



Programação Colaborativa e Inclusiva para Crianças com Diferentes Habilidades Visuais

Guilherme Martins Guimarães

Mestrado em Engenharia Informática
Especialização em Engenharia de Software

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Tiago João Vieira Guerreiro
e co-orientado pela Doutora Ana Cristina Pires

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Tiago Guerreiro pela oportunidade de integrar o seu grupo de investigação, bem como a sua orientação e preocupação, e pela partilha do seu conhecimento que foram fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste projeto. À Doutora Ana Pires por todo o apoio, preocupação e constante disponibilidade ao longo deste percurso, pelo conhecimento transmitido, por todos os conselhos e ideias partilhadas, e pela prontidão no esclarecimento de dúvidas.

Ao grupo de investigação, LASIGE, e à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, por garantirem todas as condições necessárias para que este projeto fosse concluído com sucesso.

Um agradecimento muito especial aos meus amigos de Viseu, pela força e apoio constantes, pelos anos de amizade, e que apesar da distância estiveram sempre presentes ao longo deste percurso. Ao Zé Pedro, à Gabi, à Bea Lopes, à Bea Alves Martins pelas inúmeras horas de conversa, por se manterem tão presentes e não esquecerem a nossa amizade.

Aos meus parceiros, que me acompanharam nesta aventura durante toda a vida académica, e por todos os grandes momentos que passámos juntos e que ficarão guardados, Rafael Torres, João Pedro Santos, David Meca, Sebastião Baüimberg, Miguel Marques e Mário Teixeira. Ao meu Padrinho, Manuel Oliveira, por todos os valores transmitidos. Da mesma forma, agradeço aos meus afilhados, João Pedro Campos, Bruno Teixeira e Miguel Costa por me apoiarem e me fazerem ver as coisas com outros olhos. Mais ainda, agradeço a todos os meus colegas de licenciatura e mestrado.

À *Elsinha* pela frescura e pelo equilíbrio entre a doçura e a amargura que trouxe a esta vida académica.

Aos meus pais, ao meu irmão e a toda a minha família, por todo o apoio incondicional e pelos conselhos, por sempre acreditarem em mim e por me proporcionarem todas as condições para que estes anos fossem possíveis.

Por último e não menos importante, um agradecimento especial à minha namorada, Margarida Godinho, pela paciência diária que teve comigo, pela constante ajuda e apoio emocional, por me puxar para cima em todos as horas. Porque nunca duvidou de mim, e por estar sempre ao meu lado nesta caminhada, nos momentos alegres e nos menos bons,

e em conseguir detetar o que me faltou naquele preciso momento. Sem a força, a genuidade e a persistência dela, nada disto seria possível. Estarei para sempre, eternamente agradecido.

Um sincero obrigado.

Avô Jacinto e Zeca Piteca.

Resumo

Os dias de hoje estão a tornar-se cada vez mais envolvidos em tecnologias, e isso implica que nos cruzemos com vários elementos tecnológicos no nosso dia-a-dia. A necessidade de preparar as crianças para um futuro dependente da tecnologia é cada vez mais evidente, e advém do peso que esta tem na sociedade atual, em diversos setores da atividade humana. A introdução às tecnologias deve começar numa idade precoce, nomeadamente em contexto escolar, onde seja possível criar interesse e motivação nas crianças, de modo a que fiquem familiarizadas com conceitos introdutórios de programação, através de conteúdo de fácil perceção e atrativo.

Apesar do leque de plataformas que ensinam conceitos de programação ser variado, muitas delas utilizam apenas elementos visuais, o que as torna inacessíveis, limitando o público alvo a crianças normovisuais. O projeto desenvolvido teve como objetivo colmatar este problema, criando um ambiente multisensorial e acessível para salas de aula, que permitisse a colaboração entre grupos de crianças com deficiências visuais, ou mistos.

O sistema desenvolvido consiste num ambiente em que é possível conduzir um robô ao longo de um mapa desconhecido, com a participação de pelo menos duas crianças. Uma delas tem em sua posse um conjunto de peças tangíveis para controlar o robô, e a outra criança está junto do mapa, onde coloca obstáculos e dá instruções à colega, consoante o feedback sonoro que ouve do robô. Para aceder às dificuldades de crianças com DV, foram utilizadas peças de programação tangíveis, com relevo na zona que indica o seu comando. Para complementar isto, cada peça possui também uma referência tátil para que seja possível a identificação da orientação da peça.

Devido às limitações impostas pela pandemia *COVID-19*, foi concretizada uma avaliação adaptada, através de um vídeo e questionário, que permitiram obter uma apreciação positiva ao sistema, bem como averiguar os principais melhoramentos a fazer.

Palavras-chave: Pensamento Computacional, Acessibilidade, Colaboração, Peças Tangíveis, Robô

Abstract

Nowadays, our quality of life is improving day by day, mainly because of the constant technology development that we are experiencing. With that, there is an emerging need for introducing children to digital learning at early ages. School activities may create interest and motivation in children, in order for them to get familiarized with basic programming concepts, through simple and attractive tools.

Despite the increasing number of options for technological learning, most of them are still based in visual elements, which limits its users, and consequently excludes visually impaired (VI) children. In order to solve this problem and also provide VI children a chance to start learning programming in early ages, this system was developed. A collaborative activity, for at the least two participants, aimed to provide a multisensory and accessible environment for classroom, promoting the communication between VI and not VI children.

This system consists of an activity which the main goal is finding a way on a map, by commanding a robot. One child is near the computer and has the task of controlling the robot with tangible blocks, that have tactile references on them. The second child is by the map, with the robot, and has the task of providing information to his colleague and placing the obstacles that emerge throughout the pathway.

As a consequence to the current circumstances, the evaluation of this system was adapted, by using a descriptive video and a quiz. This allowed to collect not only a series of positive feedbacks, but also to establish the main improvements to focus on.

Keywords: Computational Thinking, Accessibility, Collaboration, Tangible Blocks, Robot

Conteúdo

Lista de Figuras	xiv
-------------------------	------------

Lista de Tabelas	xvii
-------------------------	-------------

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos	3
1.3	Contribuições	3
1.4	Estrutura do documento	4
2	Trabalho relacionado	7
2.1	Pensamento Computacional na Educação	7
2.2	Programação Baseada em Blocos	8
2.2.1	Programação Baseada em Blocos - Virtual	8
2.2.2	Programação Baseada em Blocos - Tangível	11
2.2.3	Programação Baseada em Blocos - Híbrido	19
2.3	Aprendizagem Colaborativa	25
2.4	Discussão	26
3	Desenho do Sistema	29
3.1	Cenários de Uso	29
3.1.1	Cenário 1	29
3.1.2	Cenário 2	30
3.2	Requisitos do Sistema	31
3.2.1	Requisitos Funcionais	31
3.2.2	Requisitos Não Funcionais	31
3.3	<i>Hardware e Software</i>	32
3.3.1	Robô <i>Dash</i>	32
3.3.2	Pesquisa de Bibliotecas de Visão Computacional	34
3.4	Arquitetura	36
3.4.1	Zona de Programação	36
3.4.2	Zona de Execução	38

3.5	Modos de Jogo	40
3.5.1	Modo Contínuo	40
3.5.2	Modo Desafio	41
4	Implementação	43
4.1	Reconhecer as Peças Tangíveis	44
4.2	Programar com as Peças Tangíveis	44
4.3	Detetar as peças tangíveis	47
4.4	Comunicação com o Dash	47
4.4.1	Nível de jogo	48
4.4.2	Funções	48
4.4.3	Modo Contínuo	49
4.4.4	Modo Desafio	49
4.4.5	Comandos em Cadeia	50
5	Avaliação Preliminar	55
5.1	Objetivos	55
5.2	Participantes	56
5.3	Ferramentas de Exposição: Vídeo e Questionário	57
5.4	Procedimento	59
5.5	Resultados	60
5.6	Discussão	74
6	Conclusão e Trabalho Futuro	77
6.1	Avaliação	78
6.1.1	Contribuições	78
6.1.2	Limitações	78
6.2	Trabalho Futuro	79
A	Questionário de Avaliação	81
	Abreviaturas	87
	Bibliografia	93
	Índice	94

Lista de Figuras

2.1	Interface do <i>Scratch</i>	9
2.2	Interface do <i>Blockly</i>	10
2.3	Blocos tangíveis do <i>Tern</i>	13
2.4	Exemplo de blocos tangíveis do sistema <i>Tangible Programming Bricks</i> . . .	13
2.5	Painel LED e blocos do <i>TanPro kit</i>	14
2.6	Componentes integrantes do sistema <i>Dr. Wagon</i>	15
2.7	Componentes integrantes do sistema <i>Matatalab</i>	16
2.8	<i>Hardware</i> e <i>Software</i> do <i>Project Torino</i>	17
2.9	Conjunto de blocos do sistema <i>StoryBlocks</i>	19
2.10	Exemplos de kits que utilizam o sistema <i>Osmo</i>	20
2.11	Componentes do <i>Strawbies</i> , uma das aplicações do sistema <i>Osmo</i>	21
2.12	Componentes do sistema <i>AlgoBlock</i>	22
2.13	Componentes do sistema <i>iCETA</i>	24
2.14	Ilustração do Estudo 2, no projeto que utiliza o robô <i>Dash</i>	25
3.1	Relação entre as aplicações móveis e os conceitos abordados.	33
3.2	Componentes que integram o Robô <i>Dash</i>	33
3.3	Robô <i>Dash</i>	34
3.4	Arquitetura do Sistema.	36
3.5	Blocos de Programação.	38
3.6	Tabuleiro de jogo e exemplos de mapas. ‘S’: casa inicial; ‘E’: casa final; ‘O’: caminho possível; ‘X’: obstáculos	39
4.1	Organização do sistema.	43
4.2	Menu Inicial.	45
4.3	Procurar por Robôs <i>Dash</i>	45
4.4	Escolher o nível pretendido.	46
4.5	Distribuição de peças tangíveis.	46
4.6	Fluxo de dados referente ao ficheiro <i>index.html</i>	47
4.7	Fluxo de dados referente ao ficheiro <i>topcodes.js</i>	47
4.8	Exemplo de um mapa.	48
4.9	Comandos para executar o <i>Dash</i>	51

4.10	Fluxo de dados referente ao ficheiro index.js.	52
5.1	Intervalo de Idades com que trabalham os Participantes.	57
5.2	Faixas Etárias Adequadas ao Sistema.	60

Lista de Tabelas

2.1	Caraterísticas Sumária dos Sistemas Abordados (I)	27
2.2	Caraterísticas Sumária dos Sistemas Abordados (II)	27

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

Atualmente, vivemos num ambiente cada vez mais rodeado por tecnologias e que, por sua vez, está numa constante progressão. Quer queiramos, ou não, o ambiente tecnológico é algo que inegavelmente já faz parte da nossa rotina diária [46].

Todo o nosso quotidiano implica que nos cruzemos com uma variedade infindável de tecnologias. Muitas das vezes, essa presença intrínseca, acaba por passar despercebida à nossa percepção, o que se pode dever tanto à sua simplicidade como à sua complexidade. O leque de elementos que integram o atual conceito de inovação tecnológica ilustra bem esta situação, e o mesmo pode ir desde o uso de aparelhos domésticos, ao smartphone, a computadores integrados nos automóveis ou até mesmo às casas inteligentes.

A tecnologia tem um papel cada vez mais fundamental, e um impacto enorme na sociedade, em diversos setores da atividade humana. Há, portanto, uma emergente importância em dar uma devida preparação aos jovens e adultos para um futuro onde as tecnologias como o digital, a robótica, a inteligência artificial, a biotecnologia e muitas outras irão ter uma grande relevância. Algumas destas ferramentas irão, muito provavelmente, tornar-se fundamentais num futuro não tão distante [46]. A consciencialização para o importante papel da tecnologia na sociedade é denominada de literacia digital, e tem vindo a ganhar um crescente destaque [10].

A par disso, é também importante conseguir preparar as crianças, por serem a geração do futuro, e por crescerem em contacto diário com a tecnologia, necessitam urgentemente de um forte ajuste ao sistema educacional, para que estejam em sintonia com toda a evolução que continua a acontecer de dia para dia. Tendo em conta esta preocupação, tem havido um grande trabalho e investimento por parte de escolas, educadores, professores e investigadores, de modo a criar propostas que providenciem às crianças uma maior motivação e interesse em aprender a utilizar ferramentas tecnológicas de uma forma criativa, educativa, livre e segura [48, 47].

Uma das possíveis formas de transmitir esse interesse e conhecimento às crianças é

através da programação. Ao programar, as crianças são colocadas numa posição ativa, ou seja, onde têm papel nas decisões e nas execuções. Este método promove a compreensão e o pensamento sobre o mundo digital, de modo a estimular a curiosidade e a entender a ciência e a lógica por detrás dessas tecnologias [30]. Através de conteúdos de fácil percepção como animações, jogos ou blocos tangíveis que tenham como objetivo introduzir conceitos e princípios básicos de pensamento computacional, é possível esta iniciação e aplicação no ensino primário, básico ou secundário. Muitos autores, defendem a importância que a programação tem, por contribuir para o desenvolvimento da capacidade cognitiva das crianças, favorecer o raciocínio lógico, aumentar a motivação e criatividade dos alunos para desenvolver as suas atividades, tornando-os mais autónomos e multidisciplinares, e acabando por beneficiar de um conjunto de competências associadas à metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) que constituem a base na aprendizagem das disciplinas curriculares [30, 26].

A programação, aplicada em atividades colaborativas, é importante para a estimulação de competências, porque coloca as crianças a interagir com outras, tanto em duplas como em grupo, de modo a que cada uma precise de cumprir a sua parte em prol do sucesso de todos. Isto ajuda a desenvolver o campo da empatia, a aprender a colaborar com os colegas e na tomada de decisões, individuais e conjuntas [10].

Existem imensas plataformas onde as crianças podem aprender conceitos de programação. No entanto, devido ao facto de serem muito visuais, acabam por se tornar, muitas das vezes, inacessíveis para crianças cegas ou com alguma deficiência visual (DV). Por este motivo, tem havido muita preocupação em torno da criação de alternativas para que as crianças com DV possam ter experiências e oportunidades iguais às de outras crianças.

As interfaces de utilizador tangíveis (TUIs) são ferramentas relevantes para a aprendizagem em crianças com DV, por fazerem a ponte da informação até ao utilizador, ultrapassando a barreira visual. Através de uma aprendizagem colaborativa, proporciona-se um ambiente de trabalho partilhado e que aprimora a atenção conjunta. No entanto, existem ainda poucos estudos que exploram o papel das TUIs num meio colaborativo adaptado para pessoas com DV.

Posto isto, o conceito de ambiente multissensorial acabou por se tornar um dos maiores focos desta dissertação, de modo a possibilitar a aprendizagem inclusiva através do uso colaborativo, independentemente do nível de visão. A falta de visão complica a localização e identificação dos objetos distantes, mas impede também a determinação do comportamento não verbal da criança, o que é fulcral à comunicação social e à coordenação de tarefas.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi criar um ambiente acessível e multissensorial para as salas de aula, que permitisse a colaboração entre grupos de crianças com DV, ou grupos mistos - de crianças com e sem DV -, comunicando entre si, com tarefas distintas, de modo a ultrapassar o desafio, que consiste em guiar um robô desde a casa inicial até à casa final.

Isto vai permitir que cada um verifique o tipo de informação que tem em sua posse e qual é que pode ser útil naquele preciso momento para a concretização da tarefa. Através da introdução de conceitos - sequência, *debug* - que estão na base do pensamento computacional, e para que seja uma atividade desafiante e construtiva para ambas as partes, é possível a troca de papéis entre as crianças envolvidas.

Esta dissertação inclui as seguintes tarefas:

- Delinear um sistema que atendesse às limitações visuais de uma criança, focando essencialmente a aprendizagem de conceitos de programação.
- Criação de um ambiente multisensorial, para o desenvolvimento do pensamento computacional, através de atividades colaborativas.
 - Desenvolver um sistema acessível, com a utilização de peças tangíveis com relevo;
 - Integrar neste sistema a interação entre as crianças e o robô, através de *feedback* sonoro sobre os seus movimentos e ações a tomar;
 - Tornar o sistema numa atividade de equipa cuja comunicação, entreajuda e a troca de ideias entre as crianças está implícita.
- Avaliar o protótipo, para compreender se o protótipo desenvolvido se adequa aos utilizadores alvo em termos de acessibilidade e a sua utilização em contexto de sala de aula.

1.3 Contribuições

Este projeto foi inserido no trabalho desenvolvido pela unidade de investigação LASIGE, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

As contribuições deste projeto englobam:

- **Criação de um sistema acessível, multisensorial e tangível** - esta abordagem permite às crianças com DV estarem inseridas em atividades colaborativas. O sistema contempla a utilização de peças tangíveis de programação e o *feedback* do robô para complementar a atividade.

- **Validação preliminar com pessoas que trabalham/trabalharam com crianças DV** - esta validação foi feita através do preenchimento de um questionário de avaliação e que incorpora um vídeo a demonstrar o funcionamento do sistema. Este estudo teve a participação de 12 inquiridos.

1.4 Estrutura do documento

Este documento encontra-se dividido em 6 capítulos diferentes:

- **Capítulo 1 – Introdução:** É dada uma noção inicial do contexto no qual este projeto visa ser inserido. São expostas as motivações, os objetivos e as contribuições deste trabalho, de um modo sintetizado.
- **Capítulo 2 – Trabalho Relacionado:** É feita uma descrição de vários projetos que forneceram bases e ideias para a elaboração deste trabalho. Há também uma apresentação de conceitos teóricos fundamentais para a sua compreensão.
- **Capítulo 3 – Desenho do Sistema:** Inicialmente são apresentados dois cenários diferentes de possível utilização deste sistema, que levaram à sua construção. De seguida, são descritos os requisitos e a conceção do sistema, e por fim a pesquisa realizada para a escolha de ferramentas. É feita a apresentação esquemática do modo como o sistema se encontra organizado e uma descrição das duas zonas de jogo e os seus respetivos componentes.
- **Capítulo 4 – Implementação:** É descrito detalhadamente como este sistema foi implementado, e a ligação entre os componentes.
- **Capítulo 5 – Avaliação Preliminar:** São apresentadas as ferramentas utilizadas para avaliar o desenvolvimento do sistema, compreender os resultados obtidos pelos participantes, e perceber se o sistema é adequado para as crianças com DV.
- **Capítulo 6 – Conclusão e Trabalho Futuro:** São descritas as conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento do sistema, e as mudanças a serem realizadas no futuro de modo a tornar o sistema mais acessível.

Capítulo 2

Trabalho relacionado

Neste capítulo são expostos vários trabalhos relacionados com o projeto desenvolvido, e que serviram de base e de inspiração para a sua realização.

A primeira secção, descreve a importância e os benefícios da Ciência da Computação na Educação e a relação da mesma com o pensamento computacional.

A segunda secção apresenta diversos projetos relacionados com a temática de Programação Baseada em Blocos, categorizando os mesmos de acordo com o seu ambiente - virtual, tangível ou híbrido -, e com a sua acessibilidade - acessíveis ou não acessíveis.

Por fim, na terceira secção, é explorado um dos tópicos que dá fundamento a este projeto, a aprendizagem colaborativa.

2.1 Pensamento Computacional na Educação

A Ciência da Computação tem vindo a ganhar cada vez mais presença nas escolas e instituições de ensino, não exclusivamente com o propósito de preparar as carreiras a longo prazo das crianças como programadores, mas sim de incentivar esta nova geração, a geração do futuro, a expressar as suas ideias através da programação [49, 34, 52].

Apesar de um dos principais objetivos da introdução das Ciências Computacionais na Educação ser dar a conhecer aos alunos esta área do campo das tecnologias, esta pode ter influência noutras áreas não diretamente relacionadas [49]. No caso do pensamento computacional, quando desenvolvido, pode gerar aptidões extremamente úteis para outros domínios da vida dos alunos [52]. Colocando outras áreas na mesa, desde o ramo da criatividade, até ao pensamento matemático, as ciências computacionais podem promover o melhoramento de diversos campos cognitivos e de personalidade [34].

A programação, é um dos campos da Ciência da Computação, e uma das ferramentas utilizadas para a resolução de problemas ou de situações, através de linguagens ou ambientes específicos [10].

A capacidade de aprendizagem num ramo como o da programação tem importantes benefícios, tais como o incentivo ao raciocínio lógico e ao delineamento de estratégias

para encontrar soluções [10]. Aprender programação pode ter, à partida, algumas dificuldades inerentes, pelo que, este processo implica, a nível de trabalho, não só o desenvolvimento de alguma independência individual, mas também a capacidade de trabalhar em grupo para encontrar as eventuais soluções através da partilha e aceitação de ideias [10]. Atualmente, cada vez mais pessoas procuram obter formação e conhecimentos de programação, reconhecendo a importância que esta ferramenta está a ganhar. A implementação de conceitos de programação numa fase inicial do percurso escolar pode assim agilizar o processo de aprendizagem a longo prazo, tanto a nível das tecnologias, como de outros ramos associados, aumentando o leque de hipóteses académicas e profissionais disponível.

A par de todos os benefícios mencionados anteriormente, existe um fator bastante mais óbvio e presente no nosso quotidiano. Tal como mencionado na introdução, a cada dia que passa, o mundo está cada vez mais informatizado e dependente das tecnologias. Com isto, a introdução de bases e o despertar da curiosidade dos alunos por áreas como estas poderá facilitar bastante a sua adaptação à realidade que a sociedade viverá no futuro, e que necessita cada vez mais destes conhecimentos, por caminhar a passos largos na transição para o digital [10, 34].

2.2 Programação Baseada em Blocos

A Programação Baseada em Blocos (PBB) tornou-se, ao longo dos anos, um método eficaz para introduzir conceitos de programação às crianças e abrir a sua mentalidade para o mundo da computação [34, 40]. É caracterizada por ser o oposto das linguagens tradicionais, ou seja, linguagens baseadas em texto. Para isso são utilizados blocos que substituem instruções de código em formato de texto. Esses blocos tem a particularidade de serem distinguidos pelo formato e cor específica para representar um certo tipo de função. A combinação desses blocos, permite tornar o conhecimento abstrato em algo mais concreto.

Nesta subsecção serão descritos três tipos diferentes de ambientes de PBB: virtual, tangível e híbrido. Dentro destes, também será feita uma distinção entre os ambientes acessíveis e inacessíveis.

2.2.1 Programação Baseada em Blocos - Virtual

Os ambientes de PBB virtuais são constituídos apenas por componentes digitais, tanto no que diz respeito aos blocos de programação, como à interface onde o programa vai correr e as operações vão ser executadas.

Sistemas Inacessíveis

Scratch

Existem vários exemplos deste tipo de linguagem, sendo a mais popular, o Scratch [49], que conta atualmente com mais de 60 milhões de utilizadores online¹. Consiste numa plataforma visual, ilustrativa e de fácil utilização, que incorpora uma lista de blocos de código que facilita a sintaxe da escrita do código graças à sua cor e à forma que apresenta. Esta linguagem permite que os utilizadores também desenvolvam o campo da criatividade, visto que podem criar as suas próprias histórias, jogos, animações e outros conteúdos visuais. Os conceitos utilizados neste programa adotam um vocabulário simples e de fácil compreensão.

Também, com este tipo de sistema é possível a partilha e a conjugação de diferentes programas feitos por outros utilizadores.

Sendo este sistema completamente virtual, as informações fornecidas aos utilizadores são apenas visuais, limitando assim o leque de utilizadores possíveis.

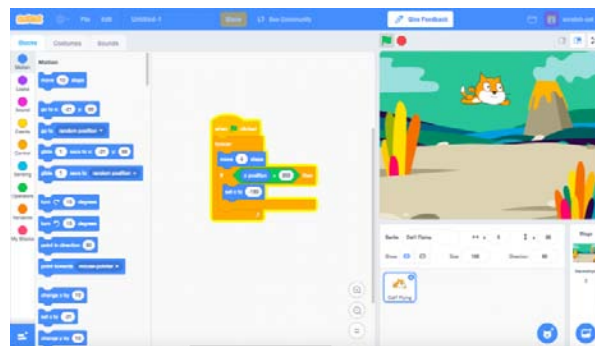


Figura 2.1: Interface do *Scratch*.

Blockly

Blockly [4] é uma biblioteca *open-source*, tal como Scratch, que serve para a criação de várias ferramentas que utilizam a base dos blocos de programação para outros contextos, como por exemplo, *BlocklyTalky* [28] que possibilita aos utilizadores que criem dispositivos móveis, nomeadamente robôs autónomos e que possam interagir entre o mundo físico e o virtual. Isto permite que as crianças, para além de aprenderem os conceitos básicos fundamentais de programação, possam também aprender diversos outros conceitos, nomeadamente relacionados com robótica e com a comunicação à rede, à medida que vão trabalhando na criação de dispositivos personalizados. O programa *ArduBlockly* [2] é um editor que executa código Arduino para micro-controladores. No caso do *OzoBlockly* [13], este permite que as crianças controlem os robôs com programas baseados em blocos de programação.

¹scratch.mit.edu/statistics/

Estas linguagens de programação desempenham um papel significativo e importante na introdução de programação a jovens e que cada vez mais tem vindo a ser aplicado nas escolas de ensino básico [28]. No entanto, como são plataformas que dependem muito do aspeto visual para criar código, não são acessíveis a estudantes com DV.

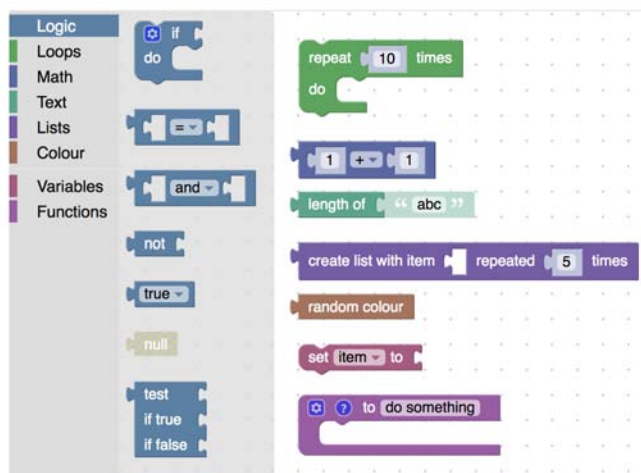


Figura 2.2: Interface do *Blockly*.

Sistemas Acessíveis

Para colmatar essa dificuldade, um dos grandes desafios, tem sido tornar estas linguagens acessíveis a fim de promover a inclusão e ampliar a participação em atividades de programação e pensamento computacional por alunos com DV, como por exemplo *Pseudospacial Blocks* [35].

Pseudospacial Blocks

Apesar da existência dos diversos sistemas já mencionados anteriormente, nenhum deles permite às crianças com DV participar ativamente. Numa tentativa de colmatar este problema da inacessibilidade, foi desenvolvido o sistema *Pseudospacial Blocks* (PB), que visa seguir a lógica de T.V. Raman, com a substituição de algumas tarefas visuais por tarefas não visuais. Uma característica a destacar de sistemas com blocos é o facto da forma dos blocos de programação, para tornar possível a identificação dos mesmos e as respetivas combinações possíveis [35].

O funcionamento deste sistema tem por base a inserção de blocos utilizando como *input* um teclado e, como *output* a voz. Os blocos, por sua vez, têm regiões específicas de encaixe, que se destinam a uma ação concreta e existe um conjunto de blocos disponíveis, cada um com a sua função. Consoante a função a que o lugar de inserção selecionado se destina, apenas um determinado leque de blocos fica disponível para o utilizador, de modo a direcionar o mesmo para a finalidade do local que escolheu [35].

Comparativamente com a programação em blocos que se distinguem apenas pela forma, o sistema PB aparenta ter duas vantagens a destacar: a facilidade em distinguir o tipo de blocos que devem ser usados, devido à especificidade do local de inserção que é selecionado, e a versatilidade das opções disponíveis, devido ao facto de ultrapassar a limitação do número de formas de blocos funcionais, impedindo assim que funções diferentes sejam identificadas por formas semelhantes [35].

Para a implementação deste sistema, é utilizada a biblioteca do sistema *Blockly* por ter as características já mencionadas na respetiva secção [35].

Este sistema funciona com base em três tipos informação, numérica, estrutura de controlo e sonora. Por sua vez, esta informação está contida em dois tipos de blocos, uns que simplesmente emitem um som associado, e outros que têm um conjunto de sons associados, mas que apenas o correspondente ao respetivo *input*, dado por outra peça. Devido ao “filtro” colocado pelo sistema, não é permitida a mistura entre determinadas informações.

Os criadores deste sistema acreditam que o protótipo está pronto a ser testado, de modo a que a devida avaliação possa ser feita [35].

2.2.2 Programação Baseada em Blocos - Tangível

No casos destes ambientes de PBB, ao nível tangível, a sua caracterização é composta por um conjunto de blocos e um espaço de trabalho, no qual os utilizadores podem construir uma variedade de programas, como músicas, histórias, e guiar um robô. Deste modo, este ambiente não se limita às componentes visuais e sonoras, integrando a noção espacial nas atividades [24].

A relevância destes sistemas advém do facto de contribuírem para que a programação se torne numa atividade mais direta e menos abstrata para as crianças. Como é natural, as crianças aprendem melhor através de experiências táteis que envolvam brincar, explorar com as mãos de modo a receber *feedback* das suas ações e (reações) sobre esses objetos [53].

Hoje em dia, existe uma enorme diversidade na gama de blocos de encaixar, com formas e tamanhos muito variados, desde os de menores dimensões, até às peças maiores [53]. Este leque abrangente de opções de peças disponíveis para o sistema acaba por atrair e envolver mais os participantes [25], e também por ser fulcral para desenvolvimento infantil nomeadamente a nível individual e de grupo, como na resolução de problemas e a na importância da intercalação entre o papel passivo e o papel ativo [53, 25]. As crianças observam e tentam reproduzir tudo o que está ao seu redor, observam o formato do objetos e, através da sua lógica, procuram encontrar a peça ideal para o encaixe perfeito e assim construir o que quiserem [21]. Este é um argumento para a criação de ambientes tangíveis.

As interfaces gráficas do utilizador de manipulação direta são um passo na direção de fazer dispositivos mais fácil de programar, mas ainda é mais fácil de manipular objetos físicos no mundo real do que interagir com objetos virtuais “dentro” de uma tela de com-

putador. Interfaces de utilizador tangíveis ajudam a preencher a lacuna entre o mundo virtual e o físico mundo, permitindo-nos manipular informações digitais diretamente com nossas mãos. Os blocos de programação tangíveis são blocos de construção físicos para a construção de programas simples.

A programação tangível é a interação de objetos físicos recorrendo ao apoio de interfaces físicas, o que torna este processo mais interessante e cativante para os participantes. Além disso, os tangíveis ajudam a integrar nos alunos alguns conceitos introdutórios de programação. A programação colaborativa ganha suporte, bem como o saber trabalhar em equipa e resolver problemas. As capacidades comunicativas tornam os participantes mais ligados ao mundo real e ao pensamento computacional.

Sistemas Inacessíveis

Tern

Tern é uma linguagem de programação tangível, que consiste numa coleção de blocos de madeira com o formato de peças de um puzzle, e que tem como finalidade permitir que as crianças ao conectar esses blocos possam criar inúmeras instruções físicas para representar código [31]. Cada bloco pode representar uma ação, loops, ramificações, métodos, parâmetros ou um valor do sensor. Este design procura minimizar a possibilidade de criar programas com erros de sintaxe, ou seja, a forma dos blocos fornece uma restrição física e por isso impede construções de linguagens inválidas.

Os blocos contêm, impresso no topo, um símbolo circular, um código *TopCode* [31], que depois de processado é convertido numa instrução digital que permite determinar facilmente a posição, orientação e o tipo da instrução.

Esta linguagem não retorna *feedback* sobre os resultados em tempo real. No fim, essa sequência é enviada para um robô que executa a sequência criada e apenas nesse ponto da atividade é possível observar se o percurso foi, ou não, feito na perfeição. Caso não o seja, o processo é reiniciado para que possa ser realizado de novo.

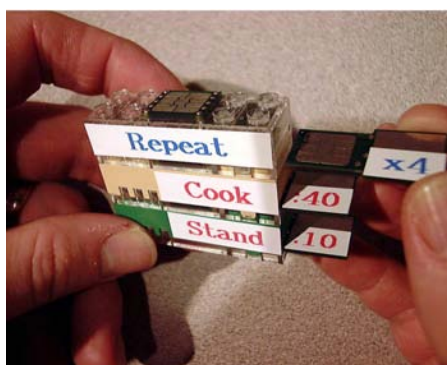
Os autores pretendem, como trabalho futuro, avaliar a eficácia do *Tern* como uma ferramenta de ensino nas salas de aula e esperam entender melhor o efeito que a programação tangível tem no aluno e na colaboração. O *Tern* difere de outras linguagens de programação tangíveis, porque em vez de interagir em tempo real, utiliza um compilador para converter programas físicos em instruções digitais, permitindo assim criar peças duráveis e baratas para utilizarem em salas de aula.

Figura 2.3: Blocos tangíveis do *Tern*.

Tangible Programming Bricks

Tangible Programming Bricks é um sistema constituído por peças de *LEGO* com dimensões de 6x2, que integram componentes eletrônicas e são designadas para controlar uma larga variedade de objetos do quotidiano, como carros, utensílios de cozinha e outros elementos cujo funcionamento tenha uma base elétrica [36]. Cada peça tem uma instrução que está devidamente rotulada. Consoante as intenções do operador, o mesmo vai selecionar as peças com as ações que lhe interessam, e encaixá-las umas nas outras, e de seguida na bateria que está a fornecer energia ao sistema. A primeira peça a ser colocada no topo da bateria terá também uma ligação a um sensor que por sua vez está conectada ao objeto que está a ser controlado. Após todas as ligações estarem completas, é emitido um sinal para que as ações sejam executadas.

Em 2004, McNerney elaborou um levantamento dos vários modos de aplicação do sistema *Tangible Programming Bricks* desenvolvidos no MIT. Este levantamento permitiu ver o amplo leque de trabalhos já desenvolvidos que demonstraram vários benefícios na utilização de interfaces tangíveis e blocos físicos para a introdução a conceitos de programação [37].

Figura 2.4: Exemplo de blocos tangíveis do sistema *Tangible Programming Bricks*.

TanPro

O *TanPro* consiste num sistema de jogos de labirinto, tangível, idealizado para introduzir alguns conceitos básicos de programação a crianças entre os 5 e os 8 anos [51]. É composto por um conjunto de blocos de programação e por um painel *LED*. Este, por sua vez, contém várias componentes, como três sensores, uma matriz *LED*, um identificador de rádio-frequência, um interruptor para controlar a área de jogo, os jogos e, por fim, um microcomputador de um único chip, que recebe e envia os sinais dos blocos e que controla o *feedback* auditivo [51].

Todos os blocos de jogo contêm no seu interior uma bateria e um chip. Por fora, mostram a informação da sua função, como as direções para percorrer o labirinto ou as ações a realizar. Tal como noutros sistemas, os blocos de início e de fim, têm de ser colocadas no início e no fim da linha de código, respetivamente, tal como num contexto real de programação. Os blocos que sinalizam andar para a direita ou para a esquerda têm um botão rotativo que permite selecionar quantas casas o utilizador quer avançar. Existem também blocos com sensores e blocos com condições [51].

Existem vários níveis de jogo, cuja dificuldade nos percursos vai aumentando, até ao último nível, onde o utilizador pode delinear o seu próprio percurso, consoante os obstáculos que observa. Esta atividade pode decorrer em tempo real, sendo as operações executadas e o caminho vai sendo percorrido à medida que os blocos são conjugados no tabuleiro, ou pode decorrer apenas após todos os blocos estarem colocados pela ordem desejada. Esta opção é selecionada através do interruptor que controla a área de jogo.

Apesar dos *feedbacks* sonoros, as informações que os utilizadores adquirem sobre os componentes deste sistema são maioritariamente visuais.

O projeto que levou ao desenvolvimento e teste deste sistema apresentou resultados favoráveis. O *TanPro* revelou-se tanto atrativo e dinâmico, como didático, agilizando a integração dos conceitos de programação [51].



Figura 2.5: Painel LED e blocos do *TanPro* kit.

Dr. Wagon

Dr. Wagon é um sistema de programação tangível, constituído por um robô em forma de vagão, como se fosse um pequeno comboio, e um conjunto de peças com instruções para a movimentação do robô [23]. Cada bloco contém sensores, e liga-se ao seguinte através de ímãs. As suas funções, para além de movimentos, contemplam também conceitos fundamentais da programação, como condições e repetições. A tarefa da criança é montar os blocos de forma a que o robô faça um determinado percurso. Neste ambiente, é obrigatório que as peças que indicam o início e o fim da sequência tenham uma posição específica, transmitindo o conceito de que, sempre que se inicia uma sequência, a mesma tem de ter um fim. Quando todas as peças estão colocadas de acordo com as intenções do utilizador, a peça da função início tem um botão que deve ser selecionado para que toda a operação seja realizada. Pelo espaço físico onde a atividade está a decorrer, podem ser distribuídos objetos de modo a servirem como obstáculos e tornar a tarefa mais desafiante.



Figura 2.6: Componentes integrantes do sistema *Dr. Wagon*.

Para trabalho futuro, pretendem desenvolver melhor o *Dr. Wagon*, de modo a servir de aprendizagem para crianças de 6 a 12 anos, através de testes para entender se os objetivos estão a ser alcançados e a criação de novos blocos para capacitar as crianças a explorar outros conceitos de programação, tal como funções e recursões. Por vezes, os blocos magnéticos têm a tendência de falhar e por isso têm como objetivo criar um design que forneça uma conexão elétrica mais consistente e estável [31].

Quando apresentaram este protótipo numa exposição de ambientes de aprendizagem assistida por tecnologia, o *Dr. Wagon* conseguiu atrair um grupo diverso de utilizadores, conseguiram utilizar o robô de forma correta, alinhando os blocos corretamente, mas por vezes, acontecia que se esqueciam de colocar a peça “END” no final de cada sequência, não referindo o motivo. Sugeriram que o brinquedo fosse mais duradouro e confiável, isto porque houve um utilizador que partiu o bloco de compilação e por vezes o robô não se movia após ser executado [31].

Matatalab

O *Matatalab* é um sistema desenvolvido para introduzir programação às crianças. Através da variedade de jogos e atividades didáticas possíveis, com diferentes componentes, numéricas, musicais e de vocabulário, este sistema torna-se cativante e desperta a curiosidade dos seus utilizadores [11].

Este sistema é composto por uma torre de comando e pelo respetivo robô, *MatataBot*, o qual comunica com um painel de controlo, e blocos de jogo, que podem ser de vários tipos, nomeadamente de movimento. De modo a tornar a atividade mais versátil e atrativa, podem ser adicionados elementos complementares, como obstáculos, bandeiras, mapas, entre outros.

Inicialmente, o *MatataBot* conecta-se à torre de comando que é colocada junto do painel de controlo. Nesta, serão posicionados os blocos de código, de acordo com as intenções dos participantes. A torre de comando irá fazer a leitura dos blocos e enviar a respetiva informação para o robô.

O *Matatalab* foi já testado em ambiente escolar e familiar. Este sistema foi enviado para diversas escolas em várias partes do mundo, de modo a avaliar o seu efeito a um nível mais transversal. Após a implementação em alguns grupos de alunos, os professores e educadores elaboraram uma apreciação sobre o seu impacto. De um modo generalizado, foi salientada a receptividade e entusiasmo dos participantes. Espírito de equipa, competição, entusiasmo, motivação e aprendizagem foram alguns dos termos utilizados pelos professores para descrever a postura das crianças em relação às atividades com o robô. No que diz respeito às competências desenvolvidas, houve um vasto leque a ser destacado, nomeadamente memória, colaboração, sequências, comunicação, resolução de problemas e pensamento crítico. Segundo os professores, com este sistema foi também possível adaptar a forma de transmissão de conhecimentos de programação, matemática, linguística e até de música [11].



Figura 2.7: Componentes integrantes do sistema *Matatalab*.

Sistemas Acessíveis

Project Torino

Project Torino é um ambiente de programação acessível que utiliza “blocos” de *hardware* personalizados que podem ser ligados fisicamente através de cabos para criar programas baseados em sinais auditivos, como apresentado na figura 2.8 (painel da esquerda) [39].

Com este sistema as crianças conseguem definir loops, repetições e até gerar novas notas. Um dos fatores mais atrativos deste sistema é, também, a possibilidade que as crianças têm de tocar, sentir e manipular os elementos, escolhendo a ordem pela qual os querem ligar, podendo até criar linhas de código e posteriormente gerar programas, como apresentado na figura 2.8 (painel da direita). Crianças com DV têm, com este sistema, uma oportunidade para iniciar a sua aprendizagem no mundo da programação, de um modo extremamente livre que lhes permite executar as suas ideias.

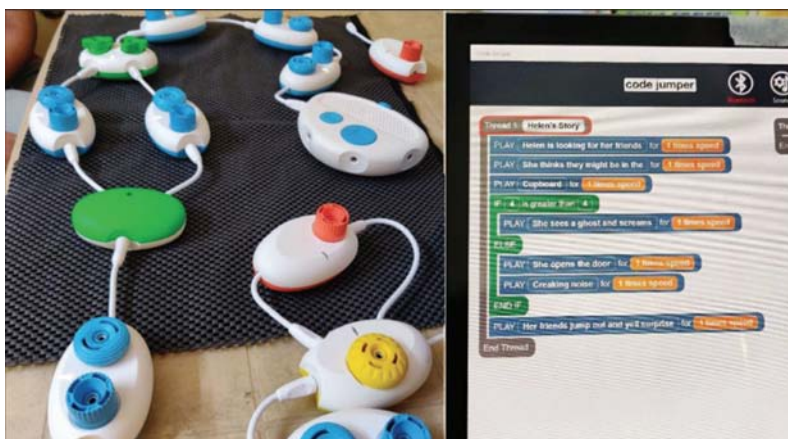


Figura 2.8: *Hardware e Software do Project Torino.*

MapSense

Tendo em conta as dificuldades em encontrar ferramentas de apoio a crianças com DV, o sistema *MapSense* foi desenvolvido num contexto específico que procurou compreender melhor crianças com estas incapacidades e as suas necessidades educacionais [22]. Deste modo, os investigadores procuraram desenvolver um método educacional que combinasse alguns tipos de tecnologias [22].

Este sistema consiste num mapa multissensorial e interativo, que funciona com diversas peças que provocam estímulos táteis, visuais e auditivos, já anteriormente reconhecidos como bastante vantajosos para a aprendizagem de crianças com DV [22].

Aquando do seu planeamento, *MapSense* foi idealizado para atividades de colaboração entre alunos e entre alunos e professores, com o intuito de contribuir também para o desenvolvimento social e cultural, e facilitar a sua integração na sociedade [22].

Pelo facto de funcionar através da combinação de vários sentidos, este sistema permite

às crianças ganhar uma melhor percepção do espaço e elementos físicos que as rodeiam [22].

Através da avaliação da aplicabilidade deste sistema junto de crianças, os seus investigadores corroboraram a implicação das tecnologias na interação social e integração, por este sistema conjugar os vários sentidos, a que a atenção dos participantes fosse facilmente captada [22]. Adicionalmente, este sistema possui uma componente *Do-It-Yourself*, que permite aos professores e educadores adaptarem as peças de acordo com o que pretendem, ou até mesmo criar novas peças. Este fator foi salientado como vantajoso, visto que dava alguma flexibilidade ao sistema [22].

StoryBlocks

Um outro exemplo de sistema de programação baseada em blocos tangíveis é o protótipo *StoryBlocks* [34]. Este sistema consiste num jogo para jovens, cujo objetivo é a criação de uma história auditiva, utilizando blocos de programação.

Através desta atividade, os alunos envolvidos são introduzidos aos conceitos básicos de programação de um modo interativo e dinâmico. O método para realizar as tarefas para criar a história promove um ambiente de colaboração, levando os utilizadores a comunicar e a pensar em conjunto, incentivando também o trabalho em equipa [34].

Este sistema é composto por uma série de blocos de programação tangíveis, em que cada um representa um componente da história como personagens, ações e estruturas, um espaço que sirva como “tabuleiro” para a montagem dos blocos, e um *software* para interpretar os blocos e devolver aos utilizadores os sinais auditivos do desenvolvimento da história ao longo da atividade [34].

Os estudos com este sistema envolveram 6 grupos de crianças, 5 dos quais conseguiram realizar todas as atividades sem problemas e confusões. Os autores deste estudo destacaram que, tanto a estratégia e o planeamento, como a criatividade e o improviso, foram utilizadas pelos diferentes grupos, de modo a que, como equipa, concluíssem a sua tarefa [34].



Figura 2.9: Conjunto de blocos do sistema *StoryBlocks*.

2.2.3 Programação Baseada em Blocos - Híbrido

Como referido anteriormente, a programação é uma área das tecnologias que está em constante crescimento a nível global. A robótica, tal como a programação, é essencial para a criatividade do aluno e vai aumentar o seu interesse tecnológico, pois ajuda-o a pensar de uma maneira mais lógica e elaborada. Nestes sistemas, os alunos são colocados num contexto de contacto tanto com robots, como com equipamentos eletrónicos e mecânicos [14].

A criação de sistemas híbridos, através da combinação da componente física com a digital, permite aumentar a curiosidade e interesse dos alunos em experimentar. As duas componentes acabam assim por se complementar, tornando a atividade mais dinâmica e desafiante para os seus utilizadores [25].

Mesmo sendo sistemas de programação mais complexos e sofisticados, nem todos conseguem, para já, ser acessíveis a todas crianças, devido a certas condições que as mesmas podem apresentar. O exemplo mais direto será a utilização de interfaces digitais, o que acaba por constituir uma limitação para crianças com DV.

Sistemas Inacessíveis

Osmo

O *Osmo*² é um sistema híbrido que pode ser utilizado para diversas atividades, como jogos, puzzles, desenhos, operações matemáticas e científicas, programação, linguísticas, entre outras. O design deste sistema foi elaborado com o principal propósito de dar oportunidade às crianças de utilizar obstáculos do mundo real para interagir com o mundo digital. Foi desenvolvido para crianças dos 5 aos 12 anos, já sendo utilizado em cerca de trinta mil salas de aula por todo o mundo.

²playosmo.com

As atividades propostas por este sistema envolvem uma dinâmica de colaboração e comunicação, facilitando o desenvolvimento de competências sociais, de raciocínio e de integração.

O sistema é composto por um refletor que é colocado sobre a câmara do equipamento, um conjunto de peças tangíveis e, no caso de *iPads*, uma base *Osmo* compatível. Devido ao grande leque de possibilidades disponíveis com este sistema, as peças são igualmente variadas, sendo que a informação que fornecem pode ser baseada em cores, números, letras ou símbolos, consoante a atividade a ser realizada.

A inacessibilidade deste programa advém do facto da informação que está contida nas peças e no *feedback* ser transmitido apenas através de estímulos visuais, não permitindo às crianças com DV conseguir interpretar ou realizar as tarefas. Os estímulos auditivos fornecidos são emitidos como *feedback* à medida que as tarefas são executadas.

Um dos exemplos da utilização do sistema de jogo *Osmo* para a introdução a conceitos de programação é o sistema *Strawbies*, que será explicado na secção seguinte.



Figura 2.10: Exemplos de kits que utilizam o sistema *Osmo*.

Strawbies

Strawbies é um dos exemplos do modo de aplicação do sistema *Osmo*, através de um jogo interativo de programação tangível, projetado para crianças dos 5 aos 10 anos [32]. A tarefa das crianças consiste em orientar uma personagem virtual, o *Awbie*, que está à procura de morangos. Para movimentar este personagem são utilizadas peças tangíveis, que encaixam umas nas outras, de acordo com a intenção das crianças. Este sistema combina duas ferramentas: uma biblioteca de Visão Computacional *TopCode* e o sistema de jogo *Osmo*. Este sistema apresenta um ambiente híbrido, pois utiliza as peças tangíveis, que são reconhecidas em tempo real, e imediatamente mostradas no ecrã do *iPad*, onde as operações são executadas [32].

Para testar este sistema, foram feitos estudos em duas escolas, em ambientes fechados e abertos. Ao longo do tempo de utilização, o número de crianças envolvidas na atividade aumentava pois o grupo ia crescendo devido à curiosidade. A maioria dos participantes demonstraram bastante interesse e vontade de continuar a utilizar o sistema quando o

tempo terminava. Através do comportamento dos participantes, foi possível verificar que existia um ambiente de colaboração e de trabalho de grupo. Verificou-se também alguma facilidade por parte das crianças em compreender a função das peças tangíveis e dos seus comandos [32].



Figura 2.11: Componentes do *Strawbies*, uma das aplicações do sistema *Osmo*.

AlgoBlock

O sistema híbrido *AlgoBlock* foi desenhado para ensinar alunos do ensino primário e secundário a programar, através de um jogo que os procura introduzir aos conceitos de programação [50]. O objetivo específico deste sistema é que crianças e jovens se iniciem nesta área através de atividades de grupo, de modo a que a aprendizagem seja conjunta.

O jogo do *AlgoBlock* consiste em utilizar linguagem de programação para guiar graficamente um submarino que é apresentado no computador.

Este sistema é composto por um conjunto de blocos tangíveis, codificando cada um deles um comando em linguagem de programação, que são montados consoante as operações desejadas, e de seguida se ligam ao computador onde as ações serão executadas. Existem blocos com comandos básicos como movimentos, repetições e condições. Alguns dos blocos podem ainda possuir um interruptor que permite a alteração de parâmetros do comando.

Pelo facto dos blocos estarem identificados apenas de modo gráfico e das operações serem executadas num ecrã de computador, e apesar da existência de alguns *feedbacks* auditivos, este sistema não pode ser considerado acessível.

Apesar de os resultados estarem incompletos, o *AlgoBlock* apresenta ser o primeiro passo desta pesquisa e é qualificado como um artefacto conversacional. Os autores pre-

tendem propor princípios para a concepção de ambientes de aprendizagem colaborativa e social [50].



Figura 2.12: Componentes do sistema *AlgoBlock*.

Sistemas Acessíveis

No que diz respeito à acessibilidade de um sistema, esta é um fator extremamente determinante para o público que o mesmo consegue atingir [29, 1]. Por este motivo, há uma emergente necessidade de adaptar os sistemas destinados a crianças, de modo a que todas possam participar. A integração de crianças com determinadas deficiências, como é o caso de DV, é um desafio que tem vindo a ganhar destaque, pois é fundamental encontrar meios de integrar estas crianças no ambiente que as rodeia, de modo a que fiquem melhor preparadas para a sua vida em sociedade [29].

Blocks4All

Blocks4All torna a PBB acessível em ecrãs táteis, devido a existência de um número elevado de crianças com DV a utilizar este tipo de ecrãs. O processo tem por base uma ferramenta acessível em *tablets* ou *iPads*, chamada de *VoiceOver*, que é uma tecnologia assistiva que converte o texto em áudio. Nesse ecrã, existe uma lista de instruções para movimentar um robô, o *Dash*. A criança, ao passar o dedo sobre a instrução, vai ouvir o *tablet* a ler o texto correspondente à mesma, de modo a saber qual a tarefa associada. Após isto, a opção é apenas selecionada quando a criança tomar a decisão sobre a ação e fizer um clique duplo. No final, a sequência é enviada para o *Dash*, que logo de seguida a irá realizar no chão, ao vivo [38].

Existiram várias limitações no estudo, relativamente ao número reduzido de participantes, que dificultou a comparação entre ambos, e um número de possibilidades de designs para tornar o ambiente acessível. Os autores referiram a necessidade de explorar outros conceitos, como acomodar várias threads de código num programa e como incorporar comandos por voz ou por outros gestos [38].

Realizaram uma avaliação sobre os ambientes atuais baseado em blocos e detetaram cinco barreiras de acessibilidade. Projetaram várias técnicas para corrigir essas barreiras e de seguida, conduziram um estudo para avaliar essas técnicas com cinco crianças com DV. Com base nestes resultados, criaram um design final no qual pretendem avaliar formalmente e um conjunto de diretrizes de design para designers destas aplicações [38].

iCETA

A matemática é uma das áreas que mais interesse suscita aos investigadores, por causar frequentemente grandes dificuldades aos alunos, muitas vezes devido à falta de bases consolidadas, como consequência da falta de interesse e entusiasmo que os mesmos têm [43].

O *iCETA* é um sistema que procura colmatar esta dificuldade, conciliando a introdução aos conceitos matemáticos com atividades dinâmicas e interativas [44]. Este sistema consiste numa adaptação do design de um primeiro sistema - *CETA* -, inclusiva, portátil e pronta para ser utilizada em sala de aula. Desenhado de modo a que crianças com DV possam usufruir deste sistema, foi elaborado através de um estudo que incluiu sessões com crianças com estas dificuldades e os seus professores. Um dos resultados preliminares mais relevantes deste estudo demonstrou que, o facto de serem utilizadas peças tangíveis beneficiava a aprendizagem de conceitos matemáticos. Este sistema é, deste modo, composto por blocos tangíveis que representam valores numéricos, reconhecidos por uma câmara instalada no equipamento do utilizador, através de marcadores de *Top-Codes* rotulados nestas peças. Consoante o decorrer da atividade, o equipamento vai emitindo um *feedback* auditivo [20].

O *iCeta* foi testado em escolas e foi bem aceite por parte de crianças e educadores. No futuro pretendem expandir a quantidade de conceitos matemáticos a serem ensinados e explorar o uso de objetos eletrónicos para fornecer outro tipo de *feedback*, como fala, som, vibração e força, de modo, a apoiar novas formas de interação e aprendizagem. Outro objetivo, passa por aplicar esta abordagem a outros domínios de aprendizagem, como o pensamento computacional [44].



Figura 2.13: Componentes do sistema *iCETA*.

Exploring Accessible Programming with Educators and Visually Impaired Children

À semelhança do projeto desta tese, também para este estudo foi utilizado o robô *Dash*, que será descrito numa secção mais à frente. Neste caso, foram adicionadas ao robô adesivos de feltro, o que constituía um fator adicional para que os participantes tivessem ainda mais facilidade a identificar a orientação do robô [45]. A atividade na base deste sistema é acessível a crianças com DV. O robô desloca-se ao longo de um tabuleiro de jogo, onde são colocados obstáculos à medida que vão sendo descobertos, durante o percurso. O seu propósito inicial não incluía a colaboração, no entanto, durante as atividades de teste, esta acabou por surgir com naturalidade entre os participantes.

Para programar o robô, as peças utilizadas são os blocos de programação idênticos aos do sistema *Awbie*, seguindo as preferências dos educadores e investigadores, já anteriormente reportadas [45]. O estudo feito envolveu combinações entre diferentes robôs - *DOC* e *Dash* - e tipos de blocos tangíveis.

Em contraste com a presente tese, o sistema em questão utiliza, no lugar do computador, um *Smartphone* para fazer o reconhecimento das peças e ligar-se e controlar o robô.

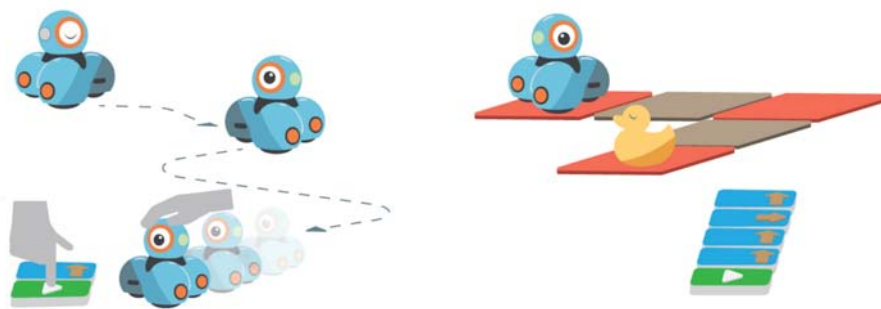


Figura 2.14: Ilustração do Estudo 2, no projeto que utiliza o robô *Dash*.

2.3 Aprendizagem Colaborativa

Uma atividade na qual os seus integrantes participam em conjunto, distribuindo esforços e tarefas, com o intuito de concretizar determinado desafio ou alcançar um objetivo, pode ser definida como aprendizagem colaborativa [24]. O contexto de colaboração providencia uma aprendizagem mútua facilitada pela interação entre os participantes, que potencia não só a aquisição de novos conhecimentos, como também de competências sociais e de comunicação, acabando por mimetizar o que acontece no quotidiano de uma sociedade. E com este ponto, as Interfaces de Utilizador Tangíveis começam a tornar-se uma ferramenta cada vez mais importante, visto este tipo de atividades colaborativas, estarem a surgir exponencialmente em sistemas computadorizados [24]. O conceito de atividade colaborativa tem vindo a ser cada vez mais aperfeiçoado, para que se possa tornar um recurso transversal para o ensino e aprendizagem [24]. Como importante ferramenta, que facilita o processo de aprendizagem colaborativa, temos as TUI [24].

Um dos exemplos do investimento que tem vindo a ser feito neste campo é o sistema *Strawbies*, mencionado anteriormente [32].

Estudos já realizados, envolvendo atividades de colaboração, revelaram o impacto das interações entre os participantes, abrindo portas para a aplicação deste método em contextos lúdicos ou didáticos para crianças com incapacidades visuais. No caso do sistema *Cellulo*, um pequeno robô que cabe na mão, este foi inicialmente idealizado para atividades de crianças sem problemas de visão, sendo prevista uma utilização no registo educacional. As potencialidades deste robô têm vindo a ser exploradas em várias vertentes, nomeadamente enquanto ferramenta para atividades de aprendizagem em colaboração [41]. Desde sistemas de aprendizagem sobre a formação do vento, até sistemas que incluem dois robôs na mesma atividade, já se alcançaram também projetos que desenvolvem sistemas com o intuito de promover a colaboração entre crianças com dificuldades visuais [24].

O exemplo do sistema *Cellulo* ilustra o nível de sofisticação já alcançado com este tipo de atividades. Com este sistema, também os modelos 3D já estão adaptados o suficiente para que possam ser utilizados por crianças com DV [24].

2.4 Discussão

Nesta secção serão apresentadas duas tabelas onde estão sintetizadas as principais características dos sistemas anteriormente explorados.

Na tabela 2.1 é possível observar que muitos dos sistemas abordados são tangíveis, que requerem o manuseamento de objetos e, tal como referido anteriormente, esta é uma prática muito frequente em atividades com crianças pequenas. Por essa razão, optou-se pela utilização de blocos tangíveis neste sistema.

Na mesma tabela, é também possível observar os vários conceitos de programação apresentados nos diversos sistemas, nomeadamente as “Sequências”, que dizem respeito às instruções básicas de movimento - andar para a frente, andar para trás, virar à esquerda, virar à direita, entre outros -, que é uma característica bastante referida na tabela. O mesmo acontece com os “Ciclos”, que significam a execução de uma dada instrução num número específico de vezes. As instruções “Condicionais” relacionam-se com as decisões de ações baseadas em condições, normalmente *booleanas*. No entanto, são sistemas que possuem um nível de complexidade apropriado para idades mais novas. Os “Eventos Paralelos” são alusivos à execução de dois programas em simultâneo, não sendo aplicado na maioria dos sistemas. Os “Operadores” representam noções matemáticas, como a utilização de números. A categoria “Outras” inclui funções mais interativas para as crianças, e que produzem um *output* diferente, como um som, música, uma dança, entre outros.

De seguida, na tabela 2.2 é possível constatar que a grande maioria dos sistemas explorados é “Colaborativo”. Apesar disso, grande parte deste tipo de sistemas não está idealizado para uma execução num espaço grande, como uma sala de aula. Quando se analisa o tipo de “Mapa” utilizado, há uma igual distribuição entre os dois tipos - virtuais e físicos - dentro do leque de sistemas que integra mapas. Por último, menos de metade dos sistemas incluem a “Utilização de Robôs” nas suas atividades.

Ao analisar estas características, é possível verificar que alguns destes conceitos irão ser conjugados e aplicados neste sistema. Por outro lado, com este projeto, há um maior trabalho associado às noções espaciais, sendo que esta atividade implica duas tarefas, cada uma na sua zona designada em diferentes locais da sala, havendo um amplo aproveitamento do espaço, muito graças à existência de um mapa físico - que neste caso, é uma lona com o mapa impresso.

Através da combinação das características distribuídas pelos vários sistemas apresentados, este projeto procurar combater a inacessibilidade ainda comum a muitos, bem como a utilização de interfaces híbridas e de um robô, de modo a aumentar a proximidade com um maior número de conceitos de programação e robótica. Por fim, apesar da grande maioria dos sistemas abordados ser colaborativa, esta foi considerada uma característica imprescindível para este projeto, pois para além de tornar as atividades mais dinâmicas e atrativas, aumenta o trabalho de competências sociais por parte dos participantes.

Sistemas & Caraterísticas		Caraterísticas										
		Interfaces			Acessibilidade		Conceitos de Programação					
		Visual	Tangível	Híbrido	Não	Sim	Sequências	Ciclos	Condicionais	Eventos Paralelos	Operadores	Outras
Sistemas	Scratch [49]	X			X		X	X	X	X	X	X
	Blockly [4]	X			X		X	X	X	X	X	X
	Pseudospacial Blocks [35]	X				X	X	X				
	Tern [31]		X		X		X	X	X			
	Tangible Programming Bricks [36]		X		X		X	X	X			X
	TanPro [51]		X		X		X	X	X			
	Dr. Wagon [23]		X		X		X	X	X			
	Matatalab [11]		X		X		X	X			X	X
	Project Torino [39]		X			X		X		X	X	X
	MapSense [22]		X			X						X
	StoryBlocks [34]		X			X						X
	Osmo ³			X	X							X
	Strawbies [32]			X	X		X	X	X			
	AlgoBlocks [50]			X	X		X	X	X			
	Blocks4All [38]			X		X	X	X	X			
	Protótipo Dash [45]			X		X	X	X	X			X
	iCETA [44]			X		X						X

Tabela 2.1: Caraterísticas Sumária dos Sistemas Abordados (I) .

Sistemas & Caraterísticas		Caraterísticas				
		Colaborativo		Mapas		Utilização de robôs
		Não	Sim	Virtuais	Físicos	
Sistemas	Scratch [49]		X	X		
	Blockly [4]		X	X		
	Pseudospacial Blocks [35]	X				
	Tern [31]		X		X	X
	Tangible Programming Bricks [36]		X			X
	TanPro [51]		X		X	
	Dr. Wagon [23]		X		X	X
	Matatalab [11]		X		X	X
	Project Torino [39]		X			
	MapSense [22]		X			
	StoryBlocks [34]		X			
	Osmo ⁴		X	X		
	Strawbies [32]		X	X		
	AlgoBlocks [50]		X	X		
	Blocks4All [38]	X			X	X
	Protótipo Dash [45]		X		X	X
	iCETA [44]	X				

Tabela 2.2: Caraterísticas Sumária dos Sistemas Abordados (II) .

Capítulo 3

Desenho do Sistema

Este capítulo tem como objetivo apresentar um ambiente multisensorial que permite a colaboração entre pelo menos duas crianças em contexto de sala de aula e ambiente familiar. A ideia consiste em colocar as crianças em lugares afastados de uma sala, cada uma com uma tarefa distinta e assim conseguirem comunicar de modo a resolverem o desafio. Uma das crianças estará em contacto com peças tangíveis que correspondem a movimentos do *Dash*, e outra estará no chão, com uma matriz que corresponde ao mapa.

3.1 Cenários de Uso

Nesta secção, serão descritos dois possíveis cenários de uso relativamente à aplicação desta tecnologia.

O primeiro cenário apresenta uma criança cega que é inserida numa realidade completamente nova, e necessita de ajuda na sua integração em ambiente escolar.

No segundo cenário, é apresentado um contexto familiar onde os pais de uma outra criança cega precisaram de uma nova estratégia para melhorar o ambiente e a comunicação em casa.

3.1.1 Cenário 1

Rita, tem 8 anos e é cega. Viveu até aos 6 anos com os pais, em Faro, onde frequentava uma escola cujos colegas já conhecia bem. Dois anos depois de se ter mudado para Lisboa, a Rita deixou de querer ir à escola, porque dizia não ter amigos e sentir-se sozinha a toda a hora, pois ninguém falava com ela. Nas aulas, a Rita sentia-se de parte, e acabava muitas vezes por não conseguir participar ativamente nas atividades.

O Professor de robótica e programação, que utilizava frequentemente nas suas aulas sistemas inacessíveis, como o *Scratch* e o *Osmo*, foi dos docentes que mais reparou neste problema e tentou procurar uma solução - um sistema acessível -, apresentando uma proposta à Direção da escola, para a aquisição de *Dash*, o *Explorador*. Após ter ficado sensibilizada com esta situação, a Direção da escola da Rita resolveu adquirir este

protótipo, com o objetivo de organizar atividades que permitissem à Rita participar em atividades colaborativas, onde a comunicação com os colegas era proporcionada.

A introdução deste sistema permitiu que a Rita se juntasse a colegas normovisuais, para que juntos fizessem o *Dash* chegar ao seu destino. Apenas com um trabalho a pares ou de equipa, é possível concretizar as tarefas da atividade com sucesso. A Rita, na zona de programação, teve a oportunidade de estar em contacto com alguns conceitos base de programação - através das peças tangíveis com relevo, utilizadas para controlar o robô, codificando as suas ações. Ao mesmo tempo, comunicava com o(s) colega(s) que estava(m) na zona de execução - onde está o mapa que o *Dash* vai percorrer, e os obstáculos que vão sendo colocados pelas crianças, à medida que são descobertos -, para resolver os desafios que surgiam com o decorrer do jogo e conduzir o robô pelo mapa. Para além da comunicação entre os participantes, implicada por esta atividade, há também uma inerente aquisição de bases de programação, sendo exatamente este o objetivo inicial do Professor da Rita.

Agora, apenas 6 meses depois deste sistema ter sido implementado na turma, a Rita já convida colegas para brincar depois das aulas, e vai todos os dias para a escola com um novo entusiasmo. Os colegas, que antes não a conheciam, foram levados a “saltar as barreiras” da visão, e passaram a incluir a Rita nos seus grupos e atividades. A par disto, o rendimento escolar da Rita também aumentou, pois o *Dash* foi também utilizado para promover alguns conceitos ensinados nas aulas, o que facilitou a sua aprendizagem. A Rita demonstra uma enorme vontade de aprender mais sobre computadores.

3.1.2 Cenário 2

O Pedro, teve aos 3 anos de idade um problema grave de saúde que lhe custou a sua visão. A partir daí, viveu sozinho com a sua mãe até aos 5 anos, idade com a qual a mesma se mudou para casa do seu novo marido, que, por sua vez, vivia com os seus dois filhos de 8 e 10 anos. Ao chegar à sua nova casa, os novos irmãos do Pedro não sabiam interagir com ele, pois não conseguiam adaptar os seus jogos e brincadeiras à sua condição. O Pedro acabava assim por se sentir sozinho e passar a maior parte do tempo em casa, no quarto. Deixou de ter vontade de falar com a mãe e tinha dificuldades em dormir, pois dizia que não se sentia bem em casa.

Chegando à altura do Natal, a mãe e o padrasto do Pedro fizeram uma procura intensiva por um jogo ou brinquedo que permitisse que os 3 irmãos comesçassem a praticar atividades em conjunto. Foi nessa altura que se depararam com o *Dash*, e viram, neste protótipo, uma maneira de criar atividades colaborativas entre todos.

Inicialmente, o Pedro começou por ficar na zona de programação ficando responsável pela colocação das peças devidamente, e os irmãos na zona de execução a direcionar o robô. No entanto, à medida que se familiarizava com o sistema, o Pedro procurou conhecer o *Dash*, o tabuleiro de jogo e os obstáculos, através do tato, acabando por se

tornar capaz de trocar de tarefas com os irmãos e ficar na zona de execução.

Em jeito de revolução, o *Dash* instalou-se na casa do Pedro e tornou-se parte da família. Desde as brincadeiras, até à lida da casa, esta criança passou a participar em praticamente todas as atividades que os irmãos faziam, tendo até sido implementado um novo sistema de organização, que o incluía nas tarefas domésticas. Com a ajuda do *Dash*, o Pedro estava mais extrovertido e sociável do que nunca, ao mesmo tempo que mostrava ter uma capacidade de aprendizagem que a própria mãe desconhecia. Também seu nível de independência pessoal está cada vez maior.

3.2 Requisitos do Sistema

O objetivo principal deste projeto consiste em colocar duas crianças numa sala de aula, a comunicarem entre elas, a perceber que materiais e informação que a outra criança possui, para que em conjunto consigam descobrir o percurso que o robô tem que percorrer.

Tendo em conta os desafios descritos e as limitações, foi elaborada uma lista de requisitos funcionais e não funcionais que satisfaçam o sistema.

3.2.1 Requisitos Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos funcionais do sistema. São caracterizados com tudo o que o sistema faz e o tipo de comportamento que é esperado pelo sistema.

Esses requisitos são os seguintes:

1. O sistema deve conectar-se ao robô;
2. O sistema deve ligar-se à *webcam* automaticamente;
3. O sistema deve reconhecer a sequência de blocos tangíveis;
4. O sistema deve converter a sequência de blocos tangíveis em ações;
5. O sistema deve enviar as ações para o robô;
6. O robô deve executar as ações;
7. O robô deve retornar *feedback* sonoro sobre o estado da sua posição;

3.2.2 Requisitos Não Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos não funcionais do sistema.

Esses requisitos são os seguintes:

1. **Acessibilidade:** Este sistema permite ser acessível a crianças com DV;

2. **Usabilidade:** Este sistema é intuitivo e fácil de entender;
3. **Disponibilidade:** Este sistema encontra-se disponível 99% do tempo;
4. **Compatibilidade:** Este sistema é executado apenas no Sistema Operativo, *Windows*, e no Navegador *WEB*, *Chrome*.

3.3 *Hardware e Software*

Nesta secção será apresentado as várias considerações para a concretização deste trabalho, tanto ao nível de *Hardware* como de *Software*.

Este sistema, utiliza dois componentes de hardware, o robô *Dash* e uma *webcam* para tratar do reconhecimento.

Por isso, foi realizada uma pesquisa mais aprofundada sobre o robô a ser utilizado neste projeto, referindo as suas características de um modo detalhado.

Ao nível de desenvolvimento de *software*, foi considerado neste projeto uma interface *web* que incorpora uma biblioteca de Visão Computacional para tratar do reconhecimento de blocos tangíveis. Também foi realizado o mesmo processo para as várias bibliotecas existentes no mercado, tal como foi feito com os robôs. De seguida, será apresentado a justificação da biblioteca escolhida.

3.3.1 *Robô Dash*

Dash é um robô divertido e atrativo, que pode ser programado tanto em casa, como nas salas de aula, com o intuito de ajudar as crianças entre os 4 e os 11 anos a aprender a programar. Este personagem é cada vez mais adotado, para diversos contextos do quotidiano das crianças, por famílias ou por escolas [5]. Estudos já realizados com este robô, inclusive nos laboratórios do LASIGE, envolvendo educadores de necessidades especiais e investigadores demonstraram a preferência dos mesmos pelo *Dash* [45]. Como será corroborado na secção da Avaliação e dos respetivos Resultados, o seu aspeto físico é um fator frequentemente mencionado como favorável pelos participantes do estudo.

É compatível com *iOS* e *Dash* e necessita de um *Smartphone* para conectar ao *Dash* através de *Bluetooth*.

Existem 5 aplicações móveis através das quais se pode utilizar o *Dash*: *Go*, *Path*, *Xylo*, *Blockly*, e *Wonder*. Na tabela seguinte 3.1 são apresentados os vários conceitos de programação que cada uma das aplicações permite aprender.

A par disso, o robô contém ao seu redor vários sensores e botões para criar eventos, tais como a deteção de obstáculos ou ouvir uma batida de palmas ou um comando de voz.

	Go	Path	Xylo	Blockly	Wonder
Idades	Pré-escolar	Pré-escolar	Todos	Escolar	Escolar
Comandos	✓	✓	✓	✓	✓
Ciclos				✓	✓
Ciclos Aninhados				✓	✓
Eventos		✓		✓	✓
Condições				✓	
Ciclos While				✓	✓
Ciclos For				✓	
Variáveis				✓	
Funções				✓	

Figura 3.1: Relação entre as aplicações móveis e os conceitos abordados.

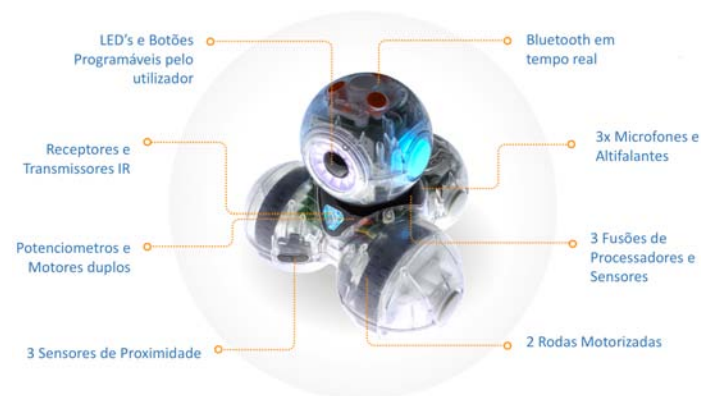


Figura 3.2: Componentes que integram o Robô *Dash*.

É muito utilizado em atividades colaborativas, para promover a construção de competências sociais nas crianças.

As potencialidades do *Dash* são também aproveitadas para atividades construtivas, como de pair programming ou que integrem as unidades curriculares para reforçar e enriquecer em áreas como matemática, ciência, artes, entre outras de forma a tornar a experiência mais enriquecedora e entusiasmante para a criança. Este robô, permite, deste modo, trabalhar nas capacidades cognitivas e criatividade dos seus utilizadores, ao mesmo tempo que promove o espírito de equipa e a boa comunicação.

Figura 3.3: Robô *Dash*.

Após uma análise detalhada das características deste robô, reforçou-se a ideia do mesmo ser apropriado para este sistema. Esta escolha baseou-se inicialmente no facto do robô já estar disponível nos laboratórios do LASIGE, o que iria facilitar o início do trabalho, bem como a existência de projetos que poderiam, eventualmente, vir a ser complementados por este, e fornecer informações com bases mais concretas. Outro fator que corroborou esta escolha foi o seu aspeto físico, com um formato redondo e bastante característico e dimensões suficientemente grandes para ser usado em atividades de grupo, mas não demasiado grandes para ser utilizado num tabuleiro de jogo, em ambiente de sala de aula ou de casa.

3.3.2 Pesquisa de Bibliotecas de Visão Computacional

TopCodes

TopCodes [*Tangible Object Placement Codes*] é uma biblioteca de Visão Computacional que foi desenvolvida no laboratório *Human-Interface* na Universidade de Tufts, em Medford, Massachusetts [20].

É designada por ser um reconhecimento rápido e fácil de identificar e rastrear objectos tangíveis. É um pequeno código com o formato circular em que o sistema pode devolver informações como o ID, a localização, orientação e o diâmetro do mesmo.

A biblioteca consegue identificar noventa e nove códigos diferentes com precisão até 25x25 pixéis. Os algoritmos de processamento de imagem funcionam com qualquer variação de luz e sem precisar de uma mão humana para a calibração.

É multi-plataforma, sendo suportado em *Java*, *Android*, *Dart*, *iOS*, *C++* e a mais utilizada é *Javascript* que pode funcionar no *browser* [20].

Alguns exemplos que utilizem esta biblioteca em específico são o *Tern* e *Strawbies* [31, 32].

ReacTIVision

ReacTIVision foi desenvolvido por Martin Kaltenbrunner e Ross Bencina para ser um kit de ferramentas para mesas que se baseiam em interfaces de utilizador tangíveis (TUI) de multi-toque, que tanto rastreia marcadores fiduciais sobre um objeto físico, bem como dedos multi-toque em tempo-real [18].

É uma aplicação independente que envia mensagens *Open Sound Control* (OSC) por meio de uma socket UDP para qualquer cliente que esteja conectado. Implementa o protocolo TUIO que foi projetado para transmitir os estados dos objetos tangíveis e eventos multi-toque na superfície da mesa.

As linguagens de programação disponíveis para a estrutura TUIO são: *C/C++*, *Java*, *Processing*, *Pure Data*, entre outras. O exemplo mais conhecido é *Reactable* que é um instrumento musical eletrónico usando a interface tangível para criar música e efeitos sonoros [17].

3.4 Arquitetura

O sistema desenvolvido é composto por duas zonas, de programação e de execução, cada uma com os seus respetivos componentes. Nesta secção serão descritas as operações a realizar em cada uma das zonas de jogo, bem como o papel que cada componente desempenha. Serão descritos os dois modos de jogo, contínuo e desafio.

A figura 3.4 representa esquematicamente a distribuição dos componentes pelas zonas de jogo.

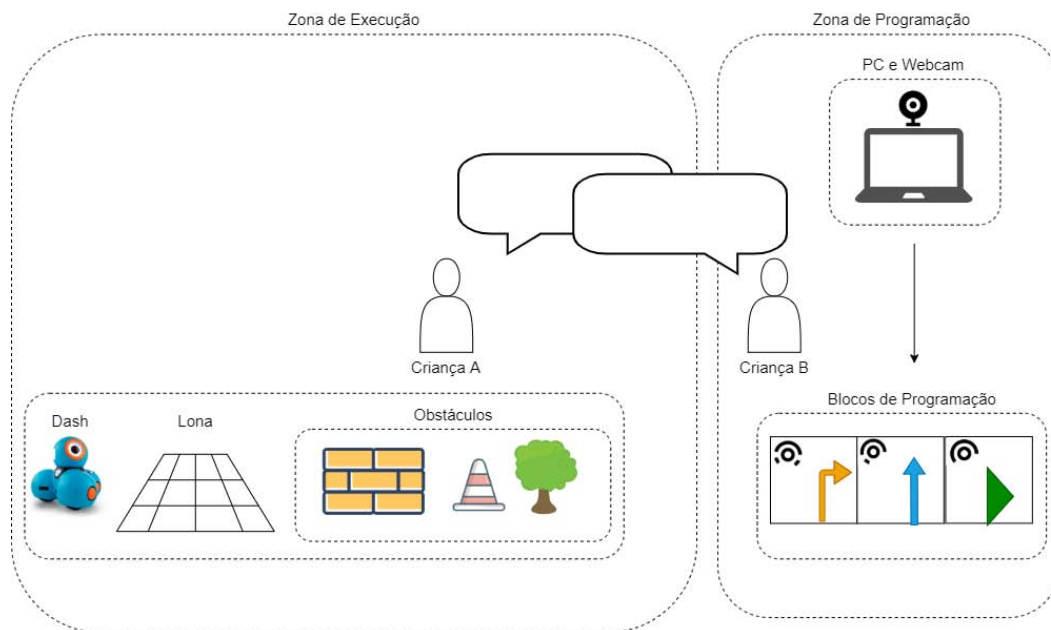


Figura 3.4: Arquitetura do Sistema.

3.4.1 Zona de Programação

A zona de programação é um espaço limitado numa mesa onde a criança colocará as peças com o intuito de movimentar o *Dash* ao longo do mapa. Para isso, existem dois tipos de ação: deslocação e rotação. A deslocação permite que o *Dash* se desloque uma casa para a frente ou para trás e a rotação permite que o *Dash* rode 90° para a esquerda ou para a direita.

As peças serão colocadas ordenadamente, da esquerda para a direita, independentemente das ações a serem realizadas. No entanto, é obrigatório que no fim da sequência esteja colocada a peça “Start”. O objetivo desta obrigatoriedade consiste em informar a criança de que é o fecho da sequência e que, por isso, todas as peças à direita da peça “Start” não serão validadas.

O sistema foi desenvolvido numa interface *web*, que captura a sequência através de uma *webcam*, preparada *à priori*, que esteja a uma altura suficientemente capaz de captar

o espaço limitado, e que enviará a sequência para o *Dash*.

Por isso, o papel da criança desta zona é ouvir as informações fornecidas tanto pelo robô, como pela outra criança, e programar o robô, utilizando o conjunto de peças tangíveis que tem consigo.

Componentes

Este sistema é composto por dois *Hardwares* de baixo custo, um conjunto de Blocos de Programação, um Robô, um Tabuleiro de Jogo e Obstáculos 3D.

Hardware

Os dois *hardwares* deste sistema são um computador e uma *webcam*. O computador, é o componente principal deste ambiente porque trata da conexão ao *Dash*, por *Bluetooth*, através de uma interface *WEB*. A *webcam*, permite o reconhecimento dos blocos de programação, cada um deles identificado com o seu respetivo *TopCode*. Após estes blocos serem colocados numa superfície plana, é dita, pela criança, a instrução “*Start*”, que faz com que a sequência colocada anteriormente seja lida e enviada do computador, para o *Dash*. A adição do reconhecimento por voz permite tornar estes sistema mais acessível para as crianças, reduzindo assim o número de cliques na interface.

Blocos de Programação

Os Blocos de Programação deste sistema consistem em peças de cartão quadrangulares, com relevo. Este relevo, foi acrescentado às peças de jogo de modo a garantir que, crianças com DV consigam identificar com facilidade a indicação que estas contêm, tendo assim igual oportunidade de participar de forma ativa.

Na face superior de cada peça, está contida a informação da instrução que esta representa, um símbolo ilustrativo da mesma, com relevo, e o *TopCode* que será reconhecido pelo *software*. Quando o software receber a sequência de *TopCodes*, irá converter nas ações que corresponde cada um. As peças que contêm a indicação de movimento ou direção, possuem uma seta colorida com relevo. Já a peça para dar início à execução da sequência, possui um triângulo de outra cor, também com relevo, e é obrigatório ser colocada no fim da sequência, de modo a que o programa seja executado.



Figura 3.5: Blocos de Programação.

De modo, a ser possível reconhecer a orientação correta de todas as peças, foi adicionado no canto superior direito, uma referência tátil. Existindo esta marcação, independentemente da semelhança das formas com relevo, é sempre possível a distinção entre as peças em questão.

3.4.2 Zona de Execução

A zona de execução requer o espaço para colocar uma lona com uma matriz de 5x3. Inicialmente, essa lona vai estar vazia, à exceção da casa inicial, que será o ponto de partida do *Dash*. O papel da criança que ficará nesta zona consiste em ouvir o *feedback* sonoro que o *Dash* emite e partilhar essa informação com a criança que ficará na zona de programação.

Para tornar esta experiência acessível à criança com DV, foi acrescentado o *feedback* sonoro ao *Dash*. Existem duas situações em que o *Dash* fala, antes e depois de executar a ação.

A primeira situação é quando o *Dash* menciona qual é a ação que irá realizar, como por exemplo: “Vou andar para a frente”, “Vou andar para trás”, “Vou virar à esquerda”, “Vou virar à direita”. A segunda situação refere qual a posição do robô em relação ao mapa, como por exemplo: “Cheguei a uma casa possível”, “Cheguei ao fim”, “Bati numa parede” ou “Bati numa árvore”, etc. Com base nesta última informação, a criança desta zona tem que informar a outra criança de qual o próximo passo a tomar, por exemplo, se o *Dash* chocar contra uma parede, a criança tem que informar que o robô bateu, e que deve recuar uma casa. Para tornar a experiência mais dinâmica, e para criar o mapa mais realista, à medida que o *Dash* se move, a criança desta zona vai colocando vários objetos 3D nas células do mapa com o intuito de representar algo, seja uma parede, um buraco, uma árvore, etc. Este acrescento permite envolver as crianças dentro do desafio e facilitar na escolha de diferentes caminhos.

Componentes

Tabuleiro de Jogo

O tabuleiro de jogo, onde o robô vai realizar o seu percurso consiste numa lona, onde está impressa uma grelha de 5x3 quadrículas, que servirá de mapa. Cada uma das quadrículas representa uma casa de jogo, e cada uma destas representa por sua vez um par de coordenadas. Consoante o nível de jogo seleccionado, o mapa de jogo vai variando, e consequentemente as casas para onde o robô se pode deslocar também.

Para que também o tabuleiro fosse acessível para as crianças com DV, foi inserida uma fita adesiva antiderrapante (com atrito) ao longo das linhas pretas horizontais e verticais 3.6. Esta característica mostra como as casas de jogo são distinguíveis ao tato, facilitando às crianças a noção do espaço, e por sua vez, a colocação dos obstáculos.

Ao longo da atividade, o mapa vai sendo descoberto, com o auxílio do *feedback* sonoro dado pelo *Dash*. A criança que está junto ao tabuleiro de jogo, vai colocando, conforme forem descobertos, os obstáculos que pertencem a cada casa.

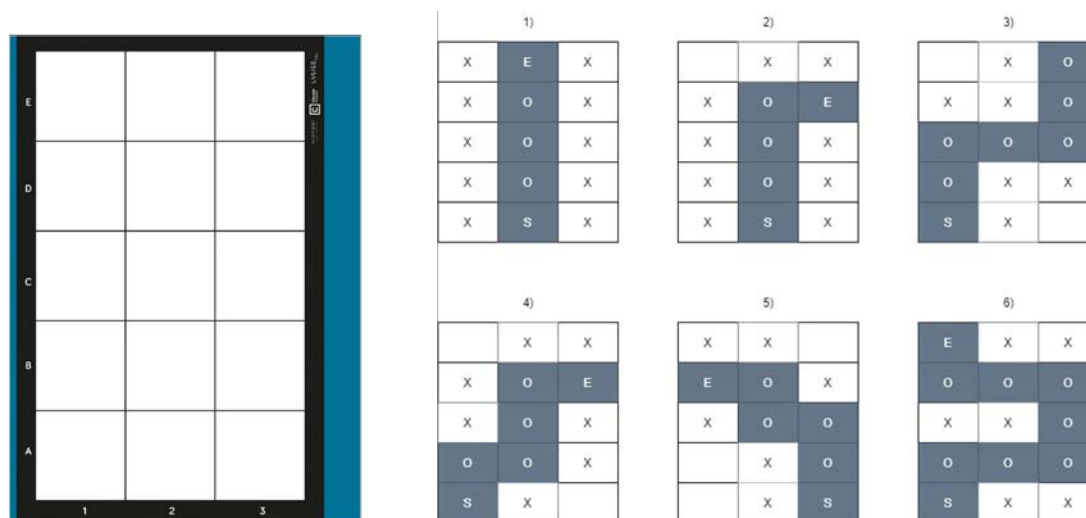


Figura 3.6: Tabuleiro de jogo e exemplos de mapas. ‘S’: casa inicial; ‘E’: casa final; ‘O’: caminho possível; ‘X’: obstáculos

Robô

O *Dash*, terá o papel mais importante neste sistema colaborativo, porque irá executar sobre o tabuleiro de jogo, todas as ações ditas pela criança perto do mapa e programadas pela criança perto do computador e da *webcam*.

Como este robô, tem a particularidade de devolver *feedback* sonoro é muito importante para as crianças com DV, pois fornece a informação da ação que irá executar, antes do início da mesma. Quando é dada a instrução “*Start*”, e a sequência das peças de jogo é lida, o *Dash* diz qual a ação que vai realizar, realiza-a e por fim informa o estado da casa de jogo para onde se dirigiu.

Existem, deste modo, mensagens áudio específicas que serão emitidas pelo *Dash* antes e depois deste executar a sua ação (Pré-Ação e Pós-Ação, respetivamente).

Pré-Ação	Pós-Ação
“Vou andar para a frente!”	“Boa! Cheguei a uma casa livre!”
“Vou andar para trás!”	“Oh, não! Choquei contra uma parede!”
“Vou virar à direita!”	“Oh, não! Choquei contra uma árvore!”
“Vou virar à esquerda!”	“Yey! Cheguei ao fim!”

Obstáculos 3D

Os obstáculos que vão sendo colocados no tabuleiro de jogo, ao longo da atividade são tridimensionais, e feitos de cartão. Podem ser árvores, paredes ou outros objetos.

A introdução do conceito dos obstáculos neste jogo teve como principal objetivo a sua dinamização, quebrando uma possível monotonia e alargando, assim, a noção espacial através da exploração das várias dimensões.

3.5 Modos de Jogo

Neste sistema, existem dois modos de jogos diferentes para as crianças praticarem, o Modo Contínuo e o Modo Desafio. Ambos os modos têm o seu fundamento base em comum, mantendo também todos os materiais com igual papel, bem como as tarefas das crianças. A diferença reside assim no modo como o mapa é percorrido pelo robô ao longo da atividade.

A existência de dois modos de jogo faz com que a oferta deste sistema seja mais variada, e permite escolher o modo com o nível de complexidade mais apropriado para as crianças envolvidas, sendo o modo desafio mais exigente do que o modo contínuo.

3.5.1 Modo Contínuo

No Modo Contínuo, o mapa de jogo tem como característica principal o seu carácter introdutório, idealizado para quem não está familiarizado com o funcionamento do sistema. Por ser um modo de jogo mais simples, pode ser uma ferramenta bastante útil para uma criança num contexto com dificuldades de integração, proporcionando um ambiente de fácil comunicação e socialização.

O robô vai realizar o percurso continuamente, ou seja, as instruções são dadas casa a casa, e consoante o *feedback* que o *Dash* vai fornecendo sobre o tabuleiro. Deste modo, as crianças têm de comunicar entre cada jogada, de modo a decidir qual a ação a executar a seguir.

A maior simplicidade deste modo de jogo advém do facto deste não requerer um conhecimento muito aprofundado do sistema, nem uma memorização do percurso completo, daí ser o ideal para crianças não familiarizadas com este tipo de atividades.

3.5.2 Modo Desafio

No Modo Desafio, as crianças vão montar a sequência completa que o robô tem de executar para percorrer o mapa. Sempre que uma jogada terminar, o robô terá de retornar à casa de partida, e reiniciar o seu percurso antes de qualquer jogada seguinte.

Por este motivo, a atividade vai tornar-se mais difícil e, conseqüentemente, vai exigir alguma prática, pois implica o bom conhecimento do funcionamento do sistema.

Este modo de jogo vai permitir que a criança aprenda mais do que conceitos, mas que também aprenda sequências e treine a memória curto-prazo e o raciocínio lógico.

Capítulo 4

Implementação

No presente capítulo será descrito, detalhadamente, como este sistema foi implementado e a ligação entre os componentes referidos anteriormente.

A figura 4.1 apresenta a organização do diretório do sistema, em que o ficheiro *index.html* é referente à programação com as peças tangíveis, o ficheiro *topcodes.js* é referente ao algoritmo de visão computacional para detetar as peças tangíveis, e o ficheiro *index.js* é referente à comunicação entre o robô, a sequência de blocos de programação e o resultado que será enviado ao robô.

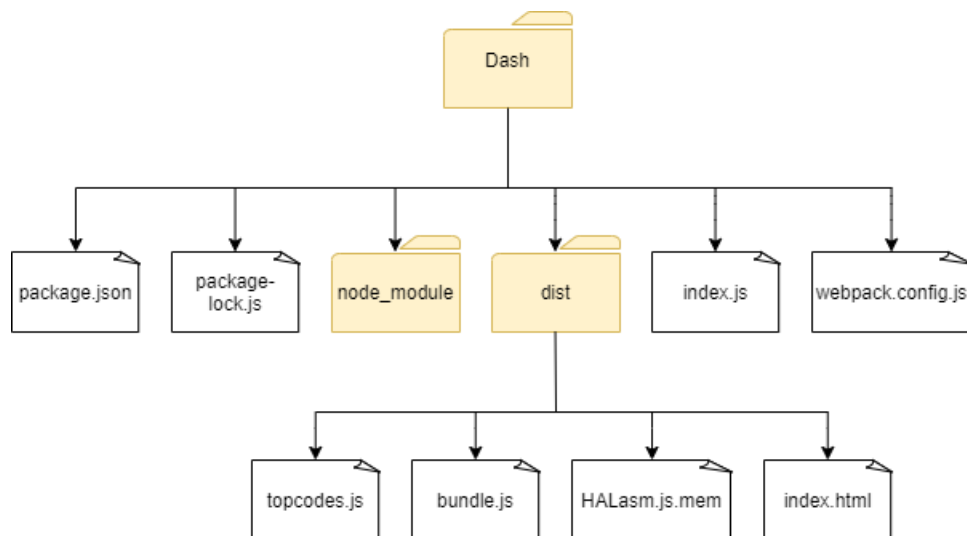


Figura 4.1: Organização do sistema.

4.1 Reconhecer as Peças Tangíveis

Nesta subsecção será explicada a razão por ter sido escolhida a Interface *WEB* para tratar do reconhecimento das peças tangíveis.

Inicialmente, idealizou-se que o reconhecimento de *TopCodes* fosse feito através da linguagem *Javascript* em *Windows*, por ser direta e intuitiva. É também importante salientar que a escolha desta variante foi aconselhada pelo criador desta biblioteca, Michael Horn, contactado diretamente via *e-mail*. No entanto, ao longo do desenvolvimento do projeto surgiu um entrave, o *Dash* apenas se poderia conectar através de *IOS*, e sendo que o reconhecimento só seria possível através de *Windows*. Procurou assim criar-se uma ponte entre estes dois sistemas operativos, uma base de dados.

Para isso seria necessário que o sistema integrasse dois computadores, um *Mac* e um *Windows*. Porém, esta hipótese não seria exequível. Posto isto, o reconhecimento foi alterado para uma aplicação móvel, tendo previamente em conta a existência de alguns projetos que utilizavam o *smartphone* como método de reconhecimento de *TopCodes*. Durante a implementação, foi introduzida uma API móvel com a capacidade de se conectar ao *Dash* através de um aplicação móvel. No entanto, este processo não foi direto, e acabaram por surgir algumas dificuldades, nomeadamente o aparecimento de uma mensagem de erro recorrente, durante as tentativas de conexão iniciais. Esta mensagem informava que era necessária uma permissão para a utilização da API em questão. Tendo em conta este entrave, o suporte de manutenção do robô *Dash* foi contactado, e em resposta informou que a API estava já desatualizada devido à pouca procura. Recomendaram no entanto a utilização da versão Beta em *Javascript*, que por sua vez poderia ser utilizada no navegador *Google Chrome*, visto este suportar a ligação através de *Bluetooth*.

Devido a todas as alterações e problemas referidos anteriormente, o sistema teve de ser adaptado, acabando por ser utilizada uma Interface *WEB*, de modo a reutilizar o código já existente.

Deste modo, a interface foi modificada para que garantisse a inclusão das seguintes funcionalidades: permitir ao utilizador ligar-se ao *Dash* por *Bluetooth*, seleccionar o nível pretendido, ligar a câmara automaticamente, e também possibilitar ao utilizador a colocação de peças tangíveis para formar uma instrução de código que depois será transmitida ao robô e executada.

4.2 Programar com as Peças Tangíveis

Esta secção descreve aquele que pode ser considerado o centro das operações. Nesta interface, a criança consegue ligar-se ao robô por *Bluetooth*, através de uma API *Javascript* que permite a ligação de robôs *Dash*, *Dot* e *Cue* do *Wonder Workshop*.

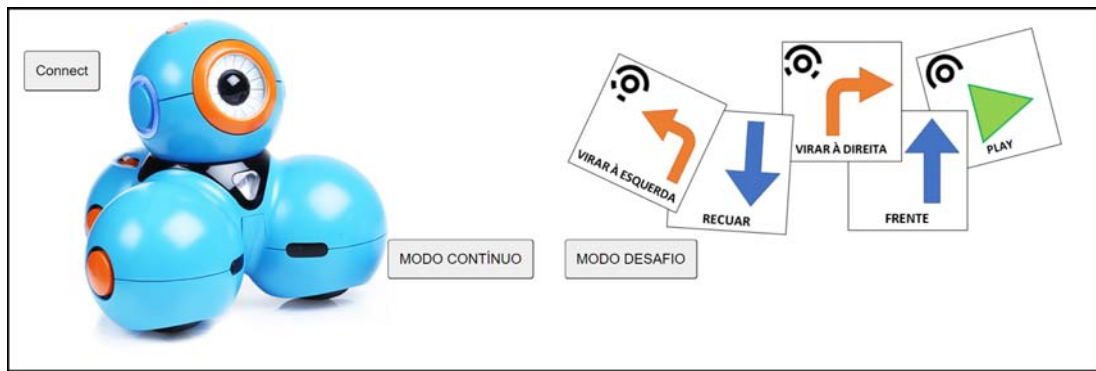


Figura 4.2: Menu Inicial.

A figura 4.2 mostra o Menu Inicial, no qual o primeiro passo que o utilizador deve fazer é seleccionar o botão “Connect” no canto superior esquerdo. De seguida, é aberta uma janela, tal como mostra a figura 4.3, onde são analisados todos os robôs *Dash*, *Cue* e *Dot* disponíveis para se ligar. Neste caso o robô *Dash* tem o nome de “Tia”.

Figura 4.3: Procurar por Robôs *Dash*.

Após o sistema estar ligado ao robô, é dada a hipótese da criança seleccionar o modo de jogo e o nível pretendido (figura 4.4). Por sua vez, cada nível vai corresponder a um mapa diferente. Ao seleccionar o nível de jogo, a interface apresenta uma câmara que se liga automaticamente, e a partir daí a criança poderá dispor as peças tangíveis sobre uma superfície plana, limitada por uma fita adesiva, preferencialmente antiderrapante, que corresponde à área captada pela câmara.

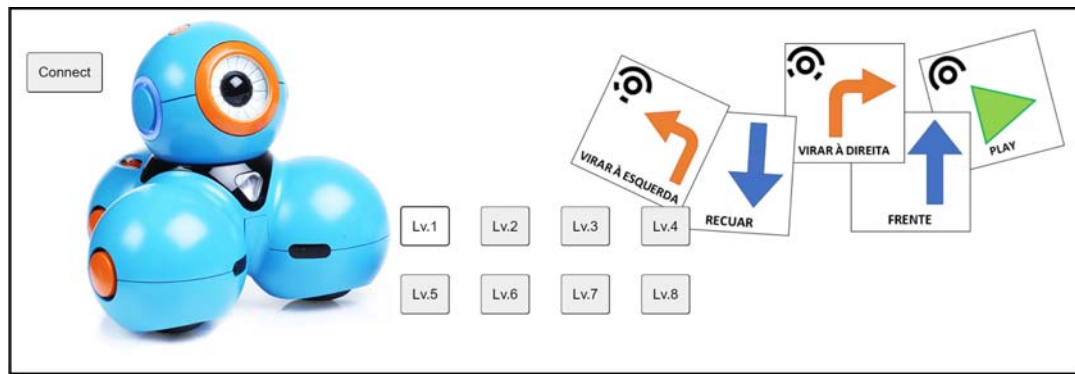


Figura 4.4: Escolher o nível pretendido.

A figura 4.5 ilustra um exemplo de sequência com as instruções “Virar à Esquerda-Recuar-Start”.

Por fim, quando a criança tiver colocado as peças da forma desejada, resta apenas dizer a palavra “Start” que, de seguida, faz com que a sequência seja enviada, para que o *Dash* a execute.



Figura 4.5: Distribuição de peças tangíveis.

A figura seguinte apresenta o fluxo de dados anteriormente explicado, referente à interface *WEB*.

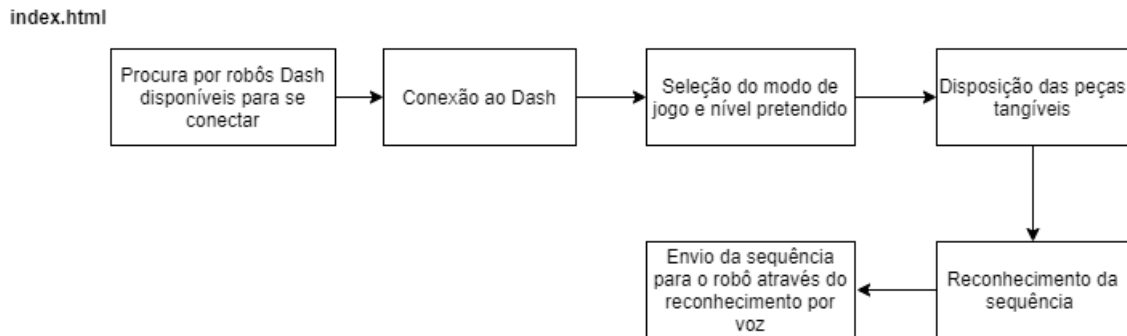


Figura 4.6: Fluxo de dados referente ao ficheiro index.html.

4.3 Detetar as peças tangíveis

O reconhecimento da sequência é feito através de uma biblioteca de Visão *Computacional TopCode*, que irá converter um *JSON String* num *JSON Object* que, por sua vez, irá em seguida obter uma lista de *topcodes* desenhados do mesmo.

A função *drawCode(topcodes)* irá tratar de desenhar um círculo sobre os *TopCodes* que aparecerem no vídeo. Para isso, é criada uma variável que obtém um contexto de desenho na API da *Web Canvas* e que, para cada *TopCode*, irá então desenhar um arco de cor vermelha translúcida sobre o seu respetivo símbolo circular. Além disso, será criado um novo *array*, que irá inserir todos os *topcodes[i].code* que aparecem no vídeo, da esquerda para a direita e que seguidamente será apresentado na interface *WEB*.

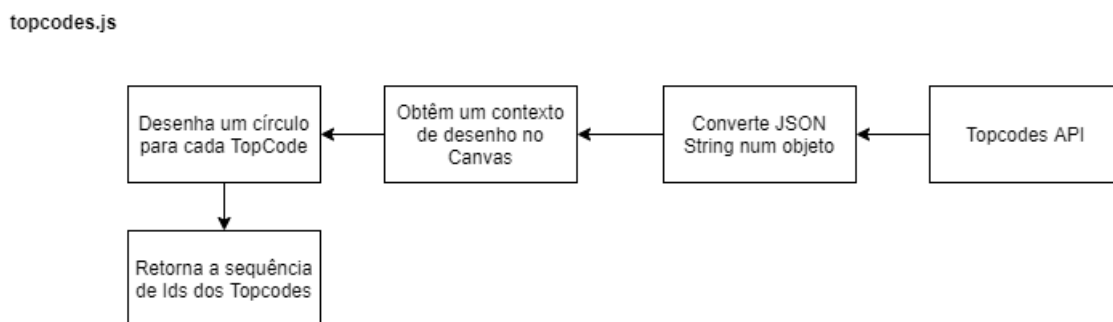


Figura 4.7: Fluxo de dados referente ao ficheiro topcodes.js.

4.4 Comunicação com o Dash

O ficheiro *index.js* importa a biblioteca *WonderJS* from '@wonderworkshop/wwjs';, que utiliza todas as funções necessárias para controlar o robô, sempre que um determinado evento for chamado, ou seja, ligar e desligar, mover o robô em qualquer direção ou

rotação, rodar apenas a cabeça, reproduzir diferentes sons e emitir luzes no corpo, entre outros.

Quando o utilizador selecciona o botão “Connect”, e após se ter ligado ao robô desejado, é inicializada a variável *robot*, a qual possui as seguintes chaves: o *nome*, o *id*, o *tipo* de robô e os *comandos* necessários para controlar o *Dash*.

4.4.1 Nível de jogo

Cada nível de jogo tem um ID respetivo e, com base no nível selecionado, há uma correspondência específica a um mapa, num formato *JSON* Dicionário:

```
var mapa1 = { "mapa": [{ "key": [1,1], "value": "X"}, { "key": [1,2], "value": "S"}, { "key": [1,3], "value": "X"}, { "key": [2,1], "value": "X"}, { "key": [2,2], "value": "O"}, { "key": [2,3], "value": "X"}, { "key": [3,1], "value": "X"}, { "key": [3,2], "value": "O"}, { "key": [3,3], "value": "X"}, { "key": [4,1], "value": "X"}, { "key": [4,2], "value": "O"}, { "key": [4,3], "value": "X"}, { "key": [5,1], "value": "X"}, { "key": [5,2], "value": "E"}, { "key": [5,3], "value": "X"} ]}.
```

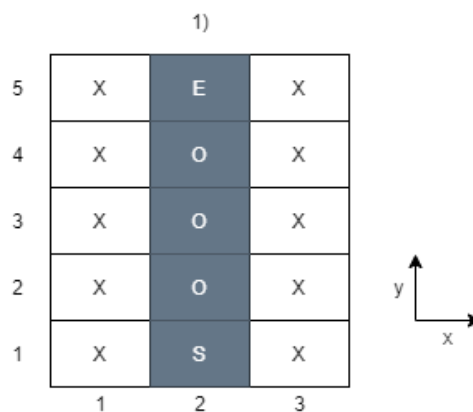


Figura 4.8: Exemplo de um mapa.

Como referido na figura 3.6, a posição inicial é representada por um “S”, a posição final por um “E”, um obstáculo é representado por um “X” e uma casa possível por um “O”.

4.4.2 Funções

O primeiro passo a realizar é a conversão da sequência de *TopCodes* em ações, visto que cada ID do *TopCode* corresponde a uma ação específica. Por exemplo, se a sequência for [‘47’, ‘87’, ‘47’, ‘31’], a função irá converter em [“frente”, “esquerda”, “frente”, “stop”].

De seguida, a função *defineCoordenadasInicial(mapa)*, irá percorrer o dicionário para encontrar a chave correspondente ao valor ‘S’. No caso do exemplo da figura 4.8, a casa

inicial terá como coordenadas, o par [1,2].

4.4.3 Modo Contínuo

Caso o utilizador opte por escolher este modo, através da função *sequenciaTabModoContínuo(seq, mapa, coordInicial)* serão criadas duas variáveis:

var casaFinal = JSON.parse(JSON.stringify(coordInicial)), que será modificada ao longo da sequência;

var orientacao = "frente", indica a orientacao inicial do Dash em relação ao mapa.

O método *JSON.stringify()* converte os valores em *Javascript* para uma *String JSON* e o método *JSON.parse()* analisa uma *String JSON*, construindo o valor ou um objeto *Javascript* descrito pela *String*.

Neste modo, todas as jogadas que o *Dash* executa começam sempre na casa inicial, o que significa, que sempre que a criança inserir uma nova sequência, a variável *casaFinal* irá ser sempre igual às coordenadas da *casaInicial*, da mesma forma que a orientação do robô será sempre para a “frente”.

4.4.4 Modo Desafio

Neste modo, todas as jogadas que o *Dash* executa irá começar sempre na última posição que fica.

A diferença deste modo para o Modo Contínuo, é a posição das variáveis, ou seja, a variável *var orientacao = "frente"* é inicializada globalmente, em vez de ser dentro do método. O que significa que durante o jogo, a variável vai guardar o seu último valor. E é esse valor que será utilizado para cada sequência de ações.

A outra diferença é a variável:

var coordFinal = defineCoordenadasInicial(text); que sempre que for modificada, irá fazer alterações ao dicionário *mapa*.

Neste exemplo, a *coordInicial* tem como *key = [1,2]* e *value = 'S'*, e se a sequência de instruções for “frente, frente”, a *coordFinal* fica com o valor [3,2] e no dicionário *mapa* irá alterar o *value = 'O'* para *value = 'S'*. Assim, se a criança inserir uma nova sequência, o método *defineCoordenadasInicial(mapa)* irá devolver como par de coordenadas [3,2]. Permitindo assim, que a criança não precise de colocar o robô na posição inicial do tabuleiro para cada jogada.

O próximo passo será percorrer a sequência, já convertida, e verificar a sua posição em relação ao mapa.

1. Caso a instrução seja de rotação: “direita” ou “esquerda”: A variável *orientacao* irá verificar o valor atual.

Caso seja “frente”, a variável irá atualizar para o valor da própria instrução. Ou seja, se a sequência for “direita”, a variável *orientacao* irá atualizar para direita. O mesmo acontece se for “esquerda”.

Se o valor da *orientacao* for “direita” e se a instrução for “esquerda”, a variável vai atualizar para “frente”. Se o valor da *orientacao* for “direita” e se a instrução for “direita”, a variável vai atualizar para “tras”.

Se o valor da *orientacao* for “esquerda” e se a instrução for “direita”, a variável vai atualizar para “frente”. Se o valor da *orientacao* for “esquerda” e se a instrução for “esquerda”, a variável vai atualizar para “tras”.

2. Caso a instrução seja de deslocação: “frente” ou “recuar”: Dentro do if será verificado o valor da *orientação*, e com base nesse valor, vai incrementar ou decrementar uma unidade na variável *casaFinal*.

De seguida, irá chamar o método *verificaCoordenadaNoMapa(mapa, casaFinal)* que percorre o dicionário *mapa*, e vai verificar o *value* da variável *casaFinal*. Como referido na subsecção 4.4.1, o *value* pode assumir qualquer carácter, e que por isso, irá devolver uma mensagem correspondente a esse valor.

- *Value: X* - Mensagem: “bateu na parede”;
- *Value: E* - Mensagem: “chegou ao final”;
- *Value: O* - Mensagem: “está numa casa possível”;
- *Value: Outro* - Mensagem: “fora”;

4.4.5 Comandos em Cadeia

Foram criadas várias funções para enviar comandos ao robô. Como referido anteriormente, o *Dash* menciona qual a ação que vai executar, executa a ação e de seguida, informa a sua posição com base na mensagem obtida no método *verificaCoordenadaNoMapa(mapa,casaFinal)*. Para isso, foi necessário encadear comandos utilizando *Promise*.

Promise é um Objecto *Javascript* que é utilizado para processamento assíncrono. Isto permite que métodos assíncronos retornem valores como métodos síncronos: ao invés do valor final.

```
function andarFrente(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTVOICE9",1))
  .then(() => execute(() => robot.command.pose(25, 0, 0, 1)));
}

function andarRecuar(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTROAR",1))
  .then(() => execute(() => robot.command.linearAngular(-35, 0)))
  .then(() => execute(() => robot.command.wheelSpeeds(0,0)));
}

function virarDireita(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTVOICE8",1))
  .then(() => execute(() => robot.command.pose(0, 0, -90, 1)));
}

function virarEsquerda(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTVOICE7",1))
  .then(() => execute(() => robot.command.pose(0, 0, 90, 1)));
}

function casafim(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTYAH_02",1));
}

function bateuNaParede(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTOH_NO_UNH",1));
}

function casaPossivel(){
  execute(() => robot.command.sound("SYSTVOICE6",1));
}
```

Figura 4.9: Comandos para executar o *Dash*.

A figura 4.9 representa funções referentes às ações do *Dash*:

- A função *andarFrente()* executa em primeiro lugar o comando *sound* para reproduzir um arquivo de som, “Vou andar para a frente!”, e de seguida, o comando *pose* que permite ao robô deslocar-se 25cm num segundo, no eixo do X, em frente. “Vou andar para trás!”
- A função *andarRecuar()* executa o comando de som, “Vou andar para trás!”, e de seguida, executa o comando *linearAngular* que permite ao robô deslocar-se 35cm/s para trás, e por fim, executa o comando *wheelSpeeds* que obriga o robô a parar as duas rodas, esquerda e direita .
- A função *virarDireita()* executa o comando de voz, “Vou andar para direita!”, e de seguida, executa o comando *pose* que permite o robô mover-se 90° no sentido dos ponteiros do relógio.

- A função *virarEsquerda()* executa o comando de voz, “Vou andar para esquerda!”, e de seguida, executa o comando *pose* que permite o robô mover-se 90° no sentido contrário aos ponteiros do relógio.
- As funções *casaFim()*, *bateuNaParede()*, *casaPossivel()* executa o comando de voz, “Yey, cheguei ao fim”, “Oh não! Choquei contra uma parede”, “Boa! Cheguei a uma casa livre!” respetivamente.

Após a mensagem obtida no método *verificaCoordenadaNoMapa(mapa,casaFinal)*, o sistema percorre, de novo, a sequência de ações, e consoante a mensagem que indica a posição final, irá chamar o método correspondente.

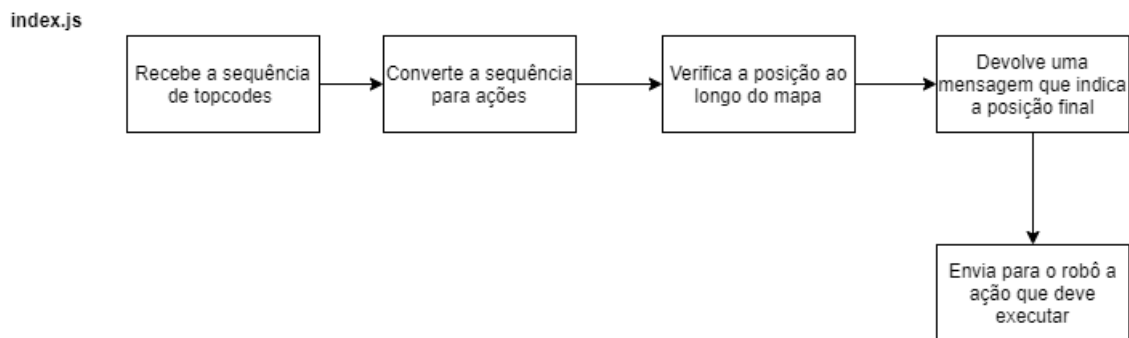


Figura 4.10: Fluxo de dados referente ao ficheiro index.js.

Capítulo 5

Avaliação Preliminar

Neste capítulo, será descrito o processo de avaliação do sistema, nomeadamente os objetivos, os participantes, as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos através de um inquérito. O objetivo desta avaliação, procurou entender se o sistema é adequado para crianças, para treinar o pensamento computacional, e entender as vantagens e as limitações do sistema.

5.1 Objetivos

Estes inquéritos foram uma ferramenta muito importante para obter *feedback* sobre a adequação do sistema à aprendizagem do pensamento computacional em contextos diferentes (sala de aula ou em casa) e sugestões de modo a melhorar o sistema.

Na avaliação através deste questionário, foram considerados como objetivos:

- Perceber quais as faixas etárias mais adequadas a este sistema, segundo a opinião e experiência dos participantes;
- Recolher as vantagens e limitações do sistema, no geral e de cada componente, de uma forma mais concreta;
- Perceber para que disciplinas ou competências cognitivas este sistema pode ser considerado útil;
- Avaliar as potencialidades do sistema em diferentes ambiente, nomeadamente em sala de aula ou em casa;
- Compreender qual o número ideal de participantes para esta atividade, na perspetiva de quem está familiarizado com estas crianças;
- Procurar sugestões de melhorias e complementos, que possam ser aplicadas ao sistema em geral e em cada componente.

5.2 Participantes

Apesar do público alvo deste sistema estar bem definido, - familiares, educadores de necessidades especiais, investigadores, entre outros -, este acaba por incluir participantes com diferentes papéis junto das crianças com problemas de visão. Posto isto, nesta secção será apresentada a caracterização dos mesmos que integraram este processo de avaliação. Até ao momento da análise, participaram neste questionário 12 pessoas.

Cada um dos participantes descreveu a sua experiência da seguinte forma:

SIGLA	DESCRIÇÃO
ENE1	Apoio a alunos cegos, em contexto de sala de aula, numa escola pública
ENE2	20 anos de experiência como professor de apoio a alunos cegos e com baixa visão
ENE3	10 alunos de experiência com crianças com DV, em áreas curriculares específicas, nomeadamente, o Treino de Visão, o Sistema <i>Braille</i> , a Orientação e a Mobilidade, as TIC e as Atividades da Vida Diária (AVD)
F1	Trabalhou ao longo de três anos, com crianças com DV, no Centro Helen Keller
ENE4	Trabalho centrado no treino de competências definidas de acordo com as problemáticas que os alunos apresentam
ENE5	Terapeuta Ocupacional, focado na estimulação do resíduo visual existente e na estimulação tátil, treino de aumento de funcionalidades com AVDs, adaptação de espaços, treino de escrita, adaptação à LupaTv, promoção de atividades motoras adequadas, prevenção de posturas inadequadas, etc.
ENE6	Experiência com alunos cegos e de baixa visão
ENE7	Trabalha com alunos que sofrem algum tipo de Perturbação do Espectro do Autismo, e de dificuldade de aprendizagem
ENE8	Orienta as crianças na realização de tarefas escolares e funcionais
ENE9	Aulas de <i>Braille</i> , Orientação e Mobilidade, Tecnologias específicas e AVD
ENE10	Educação do 1.º ciclo, numa turma do 3ºano que inclui um aluno cego com DV, com apenas 1% de visão, tendo já trabalhado com uma aluna cega, e alguma experiência em <i>Braille</i>
I1	Criou uma linguagem de programação para que pessoas com DV consigam comandar um robô. Trabalha e desenvolve soluções para pessoas com DV, desde 2014

O gráfico 5.1 representa a distribuição das várias faixas etárias com que os participantes trabalham. 6 dos 12 participantes trabalham com crianças dos 7 aos 9 anos; 5 com crianças dos 13 aos 14 anos; 4 com crianças dos 10 aos 12 anos e 1 apenas um trabalha com crianças 4 aos 6 e outro com crianças do 16 aos 18.

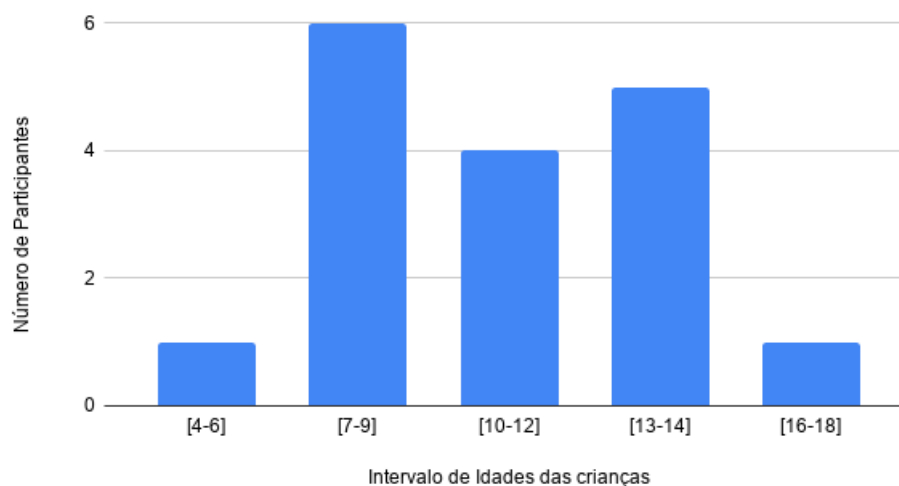
Intervalo de Idades com que trabalham os Participantes

Figura 5.1: Intervalo de Idades com que trabalham os Participantes.

5.3 Ferramentas de Exposição: Vídeo e Questionário

Nesta secção, é apresentado todo o processo envolvido na criação do vídeo, na qual, é contextualizado qual o propósito, demonstrado os materiais necessários, as funcionalidade do sistema, os papéis acessíveis que são encarados por cada uma das crianças.

Não sendo possível testar este sistema presencialmente, surgiu a alternativa de produzir um vídeo que apresentasse todos os pontos necessários.

Vídeo de Demonstração

Para que os participantes desta avaliação pudessem ter um conhecimento o mais detalhado possível acerca deste sistema, foi elaborado um vídeo demonstrativo do mesmo. *Dash, o explorador*, é o título atribuído ao vídeo que procurou demonstrar todos os componentes do sistema, bem como o seu papel e modo de operação. Este vídeo foi posteriormente publicado no Youtube ¹, para que fosse possível ser inserido no questionário.

Foram analisados os componentes do sistema considerados essenciais a ser incluídos neste vídeo e as tarefas presentes que ilustram o funcionamento do sistema.

No início do vídeo, há uma breve introdução onde é exposto o conceito que está na base deste projeto: uma atividade colaborativa entre crianças com e sem problemas de visão. Ao longo do vídeo é feita uma demonstração do funcionamento do sistema. São apresentadas as duas zonas de jogo e os seus respetivos componentes.

De modo a contextualizar os participantes desta avaliação, o vídeo começa por apresentar o leque de componentes: o robô *Dash*, o computador e *webcam*, a lona, os obstá-

¹<https://youtu.be/hdoPCq8b88g>

culos e por fim, e com especial destaque, as peças tangíveis e o seu respetivo relevo, uma das características fulcrais que torna este sistema acessível. De seguida, é exemplificada uma atividade, no modo de jogo contínuo. No decorrer da atividade, são apresentadas duas crianças, uma em cada área de jogo. Uma das crianças está a colocar os obstáculos no tabuleiro, ao mesmo tempo que a segunda está a programar o robô através as peças tangíveis, junto do computador e da *webcam*.

Durante o vídeo, é também demonstrado o controlo por voz através da palavra “Start”, e a retribuição de alguns *feedbacks* sonoros por parte do robô.

Questionário de Avaliação

Nesta secção, é descrito o questionário de avaliação do sistema [16], elaborado para que os participantes pudessem dar a sua apreciação de um modo geral e de cada componente, e também dar a sua opinião sobre a aplicabilidade da implementação em crianças com DV e do treino de pensamento computacional.

O questionário foi elaborado na plataforma *JotForm* (Capítulo A), por esta ter a vantagem de permitir aos participantes responder a questões utilizando o gravador de voz, o que torna assim o preenchimento mais fácil, rápido e menos cansativo.

É iniciado por uma explicação, onde é referido que este é um projeto de tese de mestrado, com o objetivo da criação de um sistema acessível e tangível, que se foca na colaboração entre crianças com e sem deficiências visuais. É também mencionado que este projeto está inserido na Unidade de Investigação LASIGE da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde foi desenvolvido.

De seguida, é apresentado o vídeo anteriormente mencionado, ilustrativo do sistema, e uma pequena descrição do mesmo [6].

Na página seguinte, surge um conjunto de questões que visam caracterizar a população que participa neste estudo, nomeadamente o papel que desempenha junto das crianças cegas (Pais, Familiares, Educadores de necessidades especiais, Educadores de Tecnologias de Informação/Robótica, Investigador ou Outro.) e a faixa etária das mesmas.

Nas secções posteriores, o inquérito está dividido, em questões gerais e questões mais específicas.

As questões gerais pretendem que os participantes partilhem a sua opinião sobre o sistema completo. As faixas etárias consideradas adequadas, as vantagens e limitações encontradas, as disciplinas ou competências cognitivas associadas, as razões que levem este sistema a ser utilizado em contexto de sala de aula e/ou familiar, os papéis das crianças, ou até a adição de mais crianças à atividade, foram tópicos abordados.

Já as questões específicas, abordam individualmente e de um modo mais detalhado cada componente do sistema. No caso do tabuleiro de jogo, o aumento do número de casas do tabuleiro, a influência dos obstáculos e que outros obstáculos poderiam ser relevantes, bem como eventuais vantagens e limitações no tabuleiro. Para as peças tangíveis

de programação, foram igualmente abordadas as vantagens e limitações, os materiais que poderiam substituir as peças iniciais e a adição de novas peças. No que diz respeito aos dois modos de jogo (Contínuo e Desafio), foi pedida uma comparação entre os dois modos. Para o robô utilizado, questionou-se inicialmente sobre algum conhecimento prévio sobre o mesmo, mas também sobre a sua adequabilidade e características, nomeadamente o *feedback* fornecido e a sua facilidade interpretação, a adição de novas tarefas a ser executadas, e a possível introdução de um segundo robô à atividade.

Com este segundo conjunto de questões, é possível avaliar a existência de algum componente com especial relevância, tanto pelo sentido positivo como negativo, bem como alguma possível melhoria.

Por fim, foi dada a oportunidade a cada entrevistado, de manifestar o seu interesse em experimentar o sistema no contexto onde se insere, deixando o seu contacto de *e-mail* para um teste no futuro, caso assim seja possível.

5.4 Procedimento

Devido ao contexto de pandemia (*COVID-19*) que este ano nos proporcionou, não foi possível realizar uma avaliação presencial em *Escolas De Referência para a Educação de Alunos Cegos e com Baixa Visão* [7], por questões de saúde pública e segurança. Deste modo, para tornar a avaliação do sistema possível, foi realizado um pequeno vídeo, que demonstra o seu funcionamento geral, narrando os vários componentes utilizados, as suas funcionalidades e o modo de jogo.

De seguida, foi elaborado um inquérito, onde o vídeo anterior foi integrado, tanto com questões gerais sobre o funcionamento do sistema, como com questões mais específicas, sobre a caracterização da população, será apresentado uma descrição mais detalhada dos diferentes tópicos apresentados no questionário, referentes aos diversos componentes do sistema. De modo a obter as respostas necessárias, foi feita uma divulgação, via *e-mail*, do *link* para o questionário, para todas as *Escolas de Referência para a Educação de Alunos Cegos e com Baixa Visão* do país [7], algumas Associações de Pais dessas escolas e Investigadores.

Para que a recolha de dados e obtenção de resultados fosse possível, foi necessária uma extensa divulgação por meios digitais deste questionário, via *e-mail*. Neste, constava o *link* que direcionava para o questionário, onde após uma breve contextualização, era apresentado o vídeo que depois era então seguido pelas questões de apreciação. Apenas com a colaboração dos participantes de seguida mencionados, foi possível retirar informação que permitiu formular uma primeira avaliação acerca da adequabilidade do sistema.

Por fim, após um período de tempo estimado *a priori* de duas semanas, e da obtenção de um número mínimo considerado razoável de respostas recolhidas, estas foram ex-

traídas da plataforma, e procedeu-se ao tratamento dos resultados.

5.5 Resultados

Através da intervenção dos participantes, foi possível obter opiniões numa perspetiva do utilizador, que permitiram extrair vantagens, limitações e sugestões acerca deste sistema. Na presente secção estes parâmetros serão analisados.

Faixa Etária Adequada ao Sistema

No que diz respeito à faixa etária, a maioria dos participantes considera este sistema apropriado para utilizadores no intervalo de idades entre os 7 e 9 anos. Alguns dos participantes consideraram o sistema adequado para mais do que um intervalo de idades.

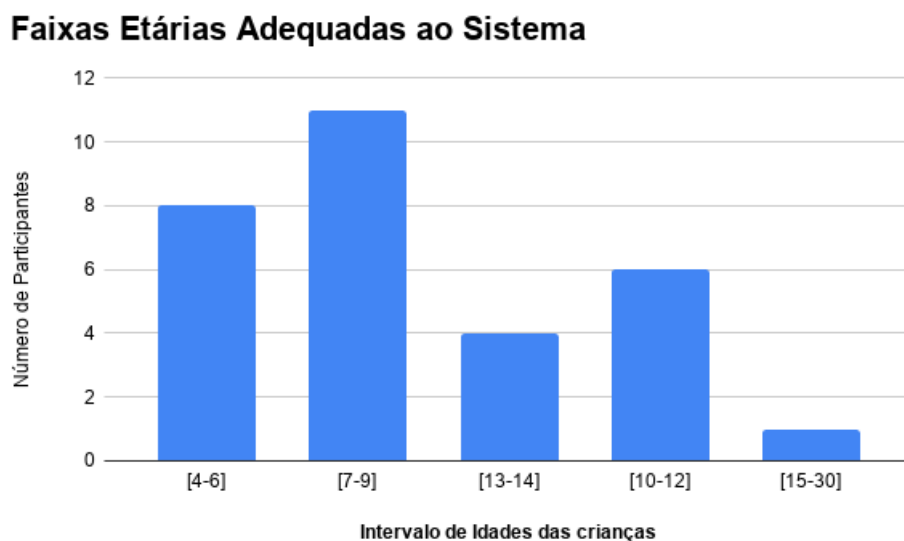


Figura 5.2: Faixas Etárias Adequadas ao Sistema.

Vantagens do Sistema

Os participantes apontaram um vasto leque de vantagens a este sistema, que abrangem diversas áreas e competências.

Este sistema é multisensorial, o que significa que funciona com base em vários sentidos, para além da visão - audição e tato. Para além da observação do mapa e das casas de jogo - apenas acessível a crianças sem DV -, este jogo inclui componentes no formato sonoro, tais como frases ditas pelo robô, e informações ditas pelo próprio colega que está junto do tabuleiro. Da mesma forma, as peças tangíveis com saliência, os obstáculos tri-dimensionais e a rugosidade das linhas que definem as casas de jogo têm também como propósito complementar a acessibilidade deste sistema.

Por se tratar de uma atividade que envolve a descoberta do caminho num mapa, as noções de direções - esquerda, direita, frente e trás - são trabalhadas no espaço. Este fator levou a que vários participantes mencionassem o potencial desenvolvimento de competências cognitivas associadas, nomeadamente a lateralidade, orientação, mobilidade, noções espaciais e direções.

ENE3: “(...), *estimulação de mapas neurais na criança com deficiência visual; orientação e mobilidade.*”

ENE1: “*Promove a interiorização da lateralidade, (...)*”

ENE7: “*Trabalhar a orientação e mobilidade.*”

ENE8: “*Parece-me incrível para a aquisição de conceitos de orientação, lateralidade, desenvolvimento da linguagem...*”

Por ser uma atividade que envolve pelo menos duas crianças, estão implícitos nesta atividade a interação, comunicação, socialização e o trabalho de equipa e colaborativo, todos mencionados pelos participantes.

ENE3: “*As vantagens são imensas, desde logo o contributo na interação e socialização, (...)*”

ENE5: “*A promoção de um trabalho de equipa entre crianças com diferentes capacidades parece-me um ponto interessante (...)*”

ENE2: “*Facilitador da comunicação e socialização, (...)*”

ENE6: “*(...), ser colaborativo, (...)*”

Por outro lado, o trabalho de equipa, e a atividade em si requerem que, antes da partilha de ideias, haja uma reflexão individual, que acaba por estimular o treino da resolução de problemas, o raciocínio e a autonomia.

ENE1: “*Promove o raciocínio.*”

Adicionalmente, por se tratar de um jogo com um objectivo e regras bem definidas, este sistema possibilita também a habituação ao cumprimento de regras e instruções.

ENE4: *“Considero a utilização do robô, enquanto tal, uma vantagem, porque dá ao aluno a possibilidade de treinar a autonomia, assim como o cumprimento de regras e de instruções.”*

Adicionalmente, e como seria de esperar, foi mencionado por vários participantes o facto desta atividade ser um processo lúdico e e que torna o processo de aprendizagem mais divertido e atrativo. Por fim, uma das vantagens base deste sistema é o facto de promover o contacto com a tecnologia e o mundo digital em idades precoces, permitindo a familiarização com conceitos de programação em faixas etárias mais baixas.

I1: *“Tem elementos táteis e áudio que auxiliam na aprendizagem e torna mais divertido aprender.”*

Limitações do Sistema

Em relação às limitações, houve quem considerasse que este sistema não será apropriado para crianças muito novas, visto a aplicação dos conceitos direcionais ser algo que necessita de uma noção mínima de lateralidade que só vai sendo adquirida ao longo dos anos.

Foi também mencionado que esta atividade poderia ser um pouco infantil para uma população pré-adolescente e adolescente. De facto, para este tipo de indivíduos, o jogo pode ser demasiado simples e pouco atrativo. Sendo o público pré-adolescente/adolescente um grupo etário que está a despertar para o mundo adulto, e numa fase de maturação, poderá obrigar a que este tipo de atividades se tornem mais complexas, diversificadas e desafiantes para que sejam cativados. A par disso, quanto mais avançada for a idade do público alvo, neste caso, maior será o seu desenvolvimento intelectual e o seu conhecimento sobre os conceitos praticados neste sistema, daí a eventual inadequação para jovens mais velhos.

Neste caso, o participante ENE6 indicou este sistema como adequado para o intervalo de idades entre 7 e 14 anos, não achando apropriado para idades inferiores. Já o participante ENE5 considerou que o intervalo de idades entre os 4 e 9 anos seria o mais apropriado ao sistema, mencionando que este poderia ser considerado infantil no caso de idades superiores.

ENE6: *“Não pode ser utilizado por crianças muito pequenas, dado estas ainda não saberem indicar direções. ”*

ENE5: *“Não conhecendo a fundo o projecto, parece-me mais indicado para idades*

mais novas e sendo algo infantil para uma população pré adolescente e adolescente.”

Um dos participantes, não compreendeu o propósito da interação entre a criança e o robô, e que a mesma criança pode gostar de colocar os obstáculos e de dar indicações ao robô.

F1: *“Não entendi a necessidade de interação. Uma criança pode gostar de colocar os obstáculos e dar indicações ao robô. ”*

Por fim, um outro inconveniente apontado a este sistema, foi o facto da criança poder continuar a sentir dependência em relação a alguém. Este ponto pode de facto deixar alguns educadores reticentes, pois a verdade é que a criança com DV não conseguirá executar a atividade sozinha, e vai sempre precisar de estabelecer uma colaboração com outro interveniente. Para crianças mais inseguras ou tímidas, isto pode constituir um entrave. No entanto, e para equilibrar *esta equação*, um dos principais propósitos desta atividade é exatamente culmar este problema, através da colaboração.

ENE8: *“Inconveniente é a criança continuar a sentir-se dependente de alguém.”*

ENE10: *“O meu aluno tem receios com os robots, um certo medo até, mas creio ser normal, para quem não vê. Tudo o que não controlam é complicado para estes alunos e perfeitamente aceitável. Nós vemos eles não.”*

Sugestões ao Sistema

Um dos participantes mencionou a necessidade de um reforço sonoro quando o robô choca contra algum obstáculo, como por exemplo, o som de uma árvore a cair, no momento do choque, de modo a tornar a atividade mais dinâmica.

F1: *“Penso que é preciso algum reforço sonoro quando o robô choca com algo. Quando choca com a árvore devemos ouvir o som de uma árvore a cair. As crianças podem assim tornar o jogo mais interessante, chocando com os obstáculos de propósito.”*

Apesar de, no questionário, existir uma secção dedicada ao Tabuleiro de Jogo, onde é mencionada a existência de referências táteis ao longo das linhas pretas, para distinguir as diferentes casas de jogo, esta característica não estava explicitada no vídeo. Este ponto, levou a que um dos participantes referisse a necessidade do sistema estar mais adaptado a crianças cegas. Como tal, foi sugerida a colocação de relevo nas bordas dos quadrados dos tabuleiros, e inscrições em *Braille* nas peças tangíveis. A questão das inscrições em *Braille* poderá deste modo ser integrada nas intenções de melhoramentos a fazer ao sis-

tema no trabalho futuro.

F1: *“Não entendi em que medida este jogo está adaptado às crianças com deficiência visual - tem setas tangíveis (não seria melhor dizer em relevo ou táteis?), mas os obstáculos não são, nem os movimentos do robô, nem os quadrados.”*

ENE6: *“Inconvenientes: - deve ser adaptado caso seja utilizado por crianças cegas, por exemplo, colocar em relevo os quadrados do tabuleiro - se for utilizado por crianças cegas que utilizem o Braille, poderiam ter inscrições a Braille.”*

ENE9: *“(...) Poderia ser acrescentado Braille direita, esquerda, frente. Porque nem todas as crianças têm habilidade tátil para ler setas em relevo.”*

Disciplinas ou Competências Cognitivas Associadas ao Sistema

Os participantes consideram que o sistema pode ser utilizado em contextos de aprendizagem de diversas áreas curriculares. A Matemática e as Ciências, como a Física, pelo envolvimento de variáveis e condicionais, lógica e resolução de problemas, e as TIC, pela produção criativa, através da utilização de tecnologia e sistemas informáticos [10], eram as mais expectáveis a ser apontadas como disciplinas associadas a este sistema. E, de facto, as respostas dos participantes corroboraram as expectativas mencionadas.

ENE5: *“Orientação espacial, lateralidade, estimulação reconhecimento/táctil, promoção de comunicação, componentes básicas de matemática como graus de rotação ou unidades de medida.”*

Este sistema permite às crianças criar várias sequências de instruções, guardar o estado da última instrução, fazer *debug* para detetar o erro e corrigir o mesmo, utilizando as peças que estão ao seu dispor. É também possível inserir condições e ciclos. Neste sentido, as crianças passam a estar familiarizadas com diversos conceitos de programação, havendo assim uma estimulação do pensamento computacional [10].

Por este motivo, foi reforçado que este sistema pode ser aplicado a áreas curriculares como TIC e robótica, uma disciplina que trabalha o pensamento computacional e o raciocínio lógico [10].

I1: *“Programação e pensamento computacional; (...)”*

Adicionalmente, também Expressões, Línguas, Estudo do Meio, Geografia e até a

História foram disciplinas mencionadas por alguns dos inquiridos. Estas áreas poderão ter sido mencionadas na sequência desta actividade consistir num jogo de descoberta, onde duas pessoas têm de comunicar para descobrir um caminho no mapa, o que envolve também a noção de coordenadas e o desenvolvimento do diálogo e da capacidade de comunicação, trabalhando também deste modo, a expressão de ideias e o vocabulário.

ENE10: *“Considero ser um sistema adequado e motivador para as aprendizagens de várias áreas (TIC/Matemática/Português/ Expressões/Estudo do Meio/Cidadania...)(...)”*

ENE4: *“Parece-me adequado para as disciplinas de Português e de Cidadania; pode permitir ampliar o vocabulário e a destreza mental.”*

ENE6: *“Como disse anteriormente, saber as direções, mas também, sendo mais aperfeiçoado, ao nível da orientação e mobilidade e também das coordenadas cartesianas.”*

Outra sugestão, foi a transposição da atividade para a vida real, treinando o percurso entre pontos de referência, como por exemplo, começar em casa e terminar no exterior.

ENE5: *“Estou a imaginar que a nível de orientação e mobilidade se podiam treinar percursos, como uma casa ou escola ou até um percurso exterior, fazendo o treino teórico desse mesmo percurso colocando os pontos de referência na base.”*

Adequação do Sistema a Diferentes Contextos

Relativamente a este tópico, todos os participantes consideraram este sistema apropriado para atividades em contexto de sala de aula, familiar, jardim-de-infância ou em Centro de Apoio a Aprendizagem, por ser um espaço propício para o fortalecimento das relações.

ENE1: *“Pode ser desenvolvido em contexto individual e grupal, em contexto de jardim-de-infância e em contexto familiar”*

ENE8: *“Sim. Em contexto familiar pode reforçar os laços familiares e a interação entre irmãos, por exemplo.”*

ENE3: *“Sim, pode ser apropriada em contexto de sala de aula, no Centro de Apoio a Aprendizagem e em contexto familiar. A finalidade pode ser adaptada a cada situação, mas poderá contribuir nas interações entre colegas com e sem visão, entre alunos e professores, entre alunos e auxiliares e entre alunos e familiares.”*

ENE2: “(...) *no contexto familiar poderá promover a coesão e desenvolver, como disse anteriormente, a autonomia.*”

Salientaram que, apesar da turma ter de ser sensibilizada para este tipo de atividades, em contexto de sala de aula, os efeitos acabam por ser bastante benéficos nomeadamente o fortalecimento das interações entre os colegas com e sem DV, com professores, auxiliares e educadores, o melhoramento das relações interpessoais e o aumento do espírito de entreajuda.

ENE2: “*Sim, considero apropriado para a sala de aula, mas precisa de a turma ser sensibilizada, Melhora a interação entre colegas, também no contexto familiar.*”

ENE4: “*Em sala de aula poderá ser uma mais-valia no fortalecimento de relações interpessoais e do espírito de entreajuda;*”

I1: “*Considero apropriado para uso em sala de aula com atividades mistas entre pessoas cegas e videntes, também com os professores e alunos.*”

ENE10: “*A socialização com os pares, também desenvolvida neste sistema/jogo. As atitudes e valores são aqui desenvolvidos neste jogo enquanto estão com os pares/colegas ou mesmo em casa, com a família. Ajuda na aproximação de todos. Todos os alunos podem jogar, com ou sem visão.*”

ENE9: “*É muito apropriado. Promove a inclusão de crianças com deficiência visual; Desenvolve cognitivamente a criança de forma lúdica; Promove a socialização; No contexto familiar é tão importante como na escola.*”

Complementos do Sistema

Foi questionado se a troca de papéis entre crianças era considerado um método funcional, e também sobre o tipo de obstáculos que poderiam ser inseridos na atividade. A maioria dos participantes considerou a hipótese como funcional e sugeriram a introdução de sons relacionados com os objetos.

ENE3: “*Sim, estimula o trabalho de pares e de equipa, contribuindo para a interação e cooperação nas aprendizagens.(...) É uma boa base para inclusão de crianças com deficiência visual.*”

ENE3: “(...) Poderíamos criar um quiz com os obstáculos e formar equipas de dois jogadores(...)”

ENE9: “Sim, é funcional. Poderiam ser acrescentado sons relacionados com os objetos (barulho da árvore quando recebe vento, barulho de animais, transportes, etc...) para os cegos adivinharem.”

I1: “Acho o ideal as tarefas serem trocadas ao longo do jogo. Acho funcional.”

Quanto à adição de mais crianças à atividade, as respostas dos participantes apontaram para um número ideal entre 2 e 4. Alguns participantes mencionaram ainda que um maior número de participantes poderia acabar por trazer confusão e causar alguma dispersão na atividade.

ENE3: “Grupos de dois será o ideal, ou então vários grupos de dois, que poderiam jogar entre eles através de um quiz para levarem o robô até ao local pretendido. Poderíamos aumentar o número de participantes por grupo desde que lhe déssemos diferentes funções, por exemplo nos obstáculos poderíamos colocar 2/3 questões da disciplina a trabalhar/reforçar em exercícios e cada elemento do grupo seria responsável por responder à sua questão e só o grupo com menor erros seria o vencedor!”

ENE6: “Muitos participantes trariam confusão e dispersão à atividade.”

ENE10: “Dois participantes é o ideal, para a entreaajuda e poderem trocar de seguida. Mais participantes talvez seja demasiado.”

No que diz respeito à aprendizagem de conceitos de programação, alguns dos participantes não souberam responder, por sentirem que não dominavam esta área.

No entanto, quem tinha conhecimento, respondeu que o modo de operar o sistema era adequado. Tendo em conta as evidências já existentes de que a aprendizagem da computação melhora aptidões em diversas áreas, esta era um dos principais focos deste projeto [10]. Estas aptidões são bastante aplicáveis ao dia a dia destas crianças, que viverão num futuro recheado de componentes digitais [10]. A programação é uma das áreas que integra o campo da robótica, o que, neste sistema, está bastante evidente, tendo em conta que dá a oportunidade a crianças com DV de programar um robô. Revendo os objetivos inicialmente apresentados para este projeto, é considerado um ponto bastante positivo o facto dos inquiridos entendidos neste ramo terem considerado o método utilizado apropriado à finalidade.

ENE3: *“Acho que a base do código de programação deste sistema poderá servir para desenvolver mais funcionalidades, como jogos, atividades em grupo, exercícios coletivos em contexto de sala de aula. Se esse robô acompanhasse as disciplinas poderia ser um excelente recurso para gestão de sala de aula e se acoplássemos áudio/gravador poderia ser um excelente contributo para alunos com deficiência visual.”*

ENE10: *“A introdução aos conceitos de programação é excelente aqui neste sistema apresentado. A escola espera para o próximo ano letivo introduzir um tempo semanal para as turmas rodarem num laboratório de programação, com os robots que temos adquiridos. Seria muito interessante podermos articular e receber este sistema na nossa escola convosco.”*

Tabuleiro de Jogo

Os participantes consideraram o tabuleiro adequado, permitindo uma superfície de treino para orientação e estimulação tátil. Como limitações, apontaram a simplicidade do material, e a necessidade de ser melhorado tanto a nível do relevo tanto entre as casas, como a dos obstáculos.

Quando questionados sobre o aumento de número de casas no tabuleiro e se o mesmo poderia vir a tornar-se num fator construtivo, as respostas foram positivas e todas foram em direção ao mesmo ponto: ao aumentar o número de casas, a atividade vai tornar-se mais desafiante, havendo com isto um maior número de opções de movimentos. Este aumento de casas de jogo poderia assim ser considerado um aumento do nível de jogo, tornando o mesmo também mais atrativo.

ENE4: *“Como em todas as aprendizagens, a complexificação é um passo implortante para novas e mais amplas aprendizagens; neste jogo, parece-me adequado aumentar o número de casas à medida que os jogadores dominem o jogo.”*

ENE5: *“O aumento do tabuleiro vai permitir maior complexidade nos problemas a resolver e permitir desafios mais estimulantes.”*

I1: *“Acho que poderia ser aumentado para possibilitar a realização de mais atividades e até de mais robôs no mesmo tabuleiro.”*

ENE1: *“Sim, do simples para o complexo permite ampliar conhecimentos.”*

ENE2: *“Permitirá mais opções para o jogo.”*

ENE9: *“Sim. É como se passasse para um nível mais difícil.”*

Obstáculos de Jogo

Todos os participantes concordaram que os obstáculos espalhados pelo tabuleiro serviam para dinamizar a atividade tornando assim as tarefas mais desafiantes e dinâmicas. Com a introdução de obstáculos tridimensionais era pretendida uma maior participação e percepção do ambiente de jogo por parte das crianças com DV, permitindo assim uma maior interação com os componentes e facilitando a integração.

ENE1: *“Sim. Sem obstáculos, não faz sentido, embora seja viável, mas desta forma, torna o jogo mais atrativo e apela a um maior raciocínio.”*

ENE4: *“Concordo que os obstáculos tornem o jogo mais desafiante, na medida em que exigem mais concentração e motivação.”*

No que diz respeito à questão de adição de outros obstáculos à atividade, muitos participantes afirmaram não saber o que responder. No entanto, outros sugeriam a introdução de obstáculos que fossem distinguíveis pelo cheiro e pelo som, de modo a estimular ainda mais outros sentidos que não a visão, e obstáculos que fossem do interesse das crianças.

ENE2: *“(…) Poderiam numerar os obstáculos 1/2/3/4/... e se respondessem bem à/às perguntas seguiam para o obstáculo seguinte, caso respondessem mal/erradamente voltavam ao obstáculo anterior(...)”*

ENE7: *“Objetos do interesse da criança.”*

ENE8: *“Explorando a parte psicológica: “ que obstáculos queres vencer”... “que barreiras queres ultrapassar?”.”*

ENE9: *“Tudo o que se distinga apenas pelo barulho. Sons, muitos sons (Natureza, transportes, instrumentos, animais). Também cheiros (obstáculos com cheiro a café, canela, chocolate, laranja etc) há imensos odores que permanecem por um longo período de tempo. Há lojas a vender muitos materiais com cheiro.”*

Peças de Programação Tangíveis

No que diz respeito à utilização das peças tangíveis, a sua utilização foi considerada ideal, com este relevo, visto o tato ser tão imprescindível para o processo de aprendizagem de

uma criança cega. De acordo com os participantes, estas peças são fáceis de manusear e a informação nelas contida é fácil de entender.

ENE1: *“O tato é essencial e imprescindível para as aprendizagens de uma criança cega.”*

ENE5: *“As peças estão bem sinalizadas e parecem-me facilmente reconhecíveis tacitamente e por hipovisão. O ponto de referência no canto superior direito é um bom pormenor.”*

ENE10: *“Todas as vantagens para os alunos cegos ou de baixa visão, as texturas são essenciais ao tato. Considero que os blocos com relevo são indicados para a realização desta atividade”*

No entanto, foi feita a sugestão da introdução de escrita *Braille*, para complementar a informação contida nas peças e deste modo aumentar a sua acessibilidade. Esta sugestão é uma forte hipótese a ser trabalhada no futuro, aquando o melhoramento deste sistema.

ENE1: *“Sim, claro, mas para os 5/6 anos podem incluir também setas em Braille.”*

ENE9: *“Deveria estar escrito em Braille..”*

Quando questionados acerca do tipo de peças que poderiam ser adicionadas ao jogo, nem todos os participantes se pronunciaram, muito provavelmente por nem todos possuírem conhecimento da área da programação. Junto de quem conseguiu sugerir algo, encontram-se sugestões de peças de repetições, condições, penalização e de recompensa.

ENE2: *“Sim a base é boa. Poderiam ser acrescentadas repetições, condições, penalizações, recompensas...”*

ENE5: *“Uma peça que permita indicar o numero de casas a avançar.”*

I1: *“Peças de repetições e condicionais.”*

ENE9: *“peça volta ao início - peça ganhaste x pontos - peça perdeste a vez - peça ganhaste um jogo extra”*

Por fim, um dos participantes sugeriu a criação de um tabuleiro em miniatura, onde as crianças pudessem colocar as peças, de modo a facilitar a orientação e a indicação certas das peças.

F1: *“Eventualmente as peças deveriam encaixar num tabuleiro em miniatura. Assim a criança poderia ver mais facilmente qual a indicação certa.”*

Modos de Jogo

Neste sistema, estão contemplados dois modos de jogo, o modo contínuo e o modo desafio. No questionário foi perguntado qual o modo mais didático e o mais atrativo na ótica do participante. De facto, algumas respostas afirmavam que os dois modos se podem complementar, sendo um utilizado para uma fase inicial e para faixas etárias mais baixas, o modo contínuo, e para níveis mais complexos e para faixas etárias superiores, seria utilizado o modo desafio.

ENE2: *“Os dois podem se completar, o modo do percurso continuamente poderia ser numa fase inicial e para faixas etárias mais baixas e o percurso de recomeçar a desde a casa inicial poderá ser utilizado posteriormente em níveis mais complexos e faixas etárias superiores.”*

ENE4: *“Considero atrativas as duas modalidades. A primeira mencionada será mais adequada para crianças mais novas e a outra modalidade será mais adequada para crianças a partir dos 8-10 anos.”*

ENE10: *“No modo: robô faz o percurso continuamente, ou seja, as instruções são dadas casa a casa, tal como ilustrado no vídeo, introduzindo os vários conceitos; aqui parece-me mais direcionado para uma faixa etária de alunos mais pequeninos. No outro modo de jogo, o robô recomeça o percurso desde a casa inicial a cada nova jogada, introduzindo sequências, já está perfeito para alunos dos 3.º e 4.º anos de escolaridade.”*

I1: *“Acredito que os modos se complementam.”*

Robô

Em relação ao robô utilizado neste projeto, apenas um participante respondeu já ter conhecimento deste modelo em específico, outros referiram não ter conhecimentos de robótica, e por fim alguns dos participantes mencionaram conhecer outros tipos de robôs, tais como *MindRobot* [12], *Lego* [9] e o robô do *Projeto Minerva*, desenvolvido por volta das décadas de 80 e 90 [15].

I1: *“Não conhecia este robô. Conhecia apenas os da Lego e montados pelos pesquisadores com arduino.”*

A escolha deste robô foi considerada bastante adequada ao sistema em questão, tendo características importantes para uma criança cega, por ter relevo, por ter mensagens áudio, ser de fácil deslocamento e ter um formato bastante característico. O facto de ter apenas um olho, fez com que alguns participantes o denominassem de um robô especial. Consideraram também que a presença do robô pode funcionar como a de um amigo, companheiro e colega, durante o processo de aprendizagem.

ENE1: *“As crianças encará-lo-ão como um colega, amigo, companheiro, nas aprendizagens. É motivador e atrativo”*

ENE3: *“Acho que o robô é adequado a este sistema.”*

ENE5: *“O robô comunica, tem uma cor apelativa (embora este não seja um ponto positivo no caso de um aluno cego), tem relevos.”*

ENE8: *“Sim. Acho-o fácil de transportar, sentir e manipular e também é um robô especial porque só tem um olho.”*

ENE9: *“Sim. É adequado. Pelas cores ,tamanho e relevos.”*

I1: *“Achei apropriado pois tem áudio e fácil deslocamento.”*

No início da secção dedicada ao Robô, é apresentada uma imagem do *Dash* com algumas referências táteis, tais como um laço e umas sobancelhas salientes, de modo a ilustrar algumas maneiras de auxiliar na identificação da frente do robô, e na direção que ele vai tomar. No entanto, um participante sugeriu a necessidade da existência de fitas *Braille* para que as crianças com DV conseguissem localizar facilmente a frente do robô.

ENE6: *“Sim. Mas, caso seja utilizado por crianças com baixa visão deve ter-se cuidado com as cores tanto do robô com de todos os materiais usados. Também poderiam ser colocadas fitas em Braille de modo a que as crianças cegas consigam perceber a frente do robô.”*

As informações dadas pelo robô foram classificadas pelos participantes como claras e de fácil interpretação para as crianças. Quando questionados acerca das tarefas adicionais que o robô poderia executar, foi referida a introdução de uma espécie de *festejo* quando

o robô completasse o desafio - como sons e danças -, e sons associados a cada obstáculo, aquando de um embate.

ENE3: *“Na minha opinião considero-o de fácil interpretação, mas poderá ser dadas mais informações ao robô, como pistas visuais, sinais sonoros, poderia servir por exemplo de gravador, sensores etc...”*

ENE10: *“Considero de fácil interpretação as informações fornecidas pelo robô aos participantes.”*

ENE1: *“Sim, talvez som q.b., quando acerta ou erra. Também pode fazer um género de mímica/dança, de segundos, a acompanhar o que referi.”*

I1: *“Poderia tocar uma musica ao encontrar um obstáculo.”*

Quando se perguntou a opinião relativamente à introdução de um segundo robô no sistema, as opiniões não foram unânimes. Por um lado, houve quem considerasse que mais um robô poderia complicar, e baralhar a criança, dificultando a realização da atividade, por causa do choque entre os sons de cada robô.

EN1: *“Não. Está bem assim. Mais, por vezes, é menos...”*

ENE7: *“Iria complexificar.”*

ENE10: *“Para alunos cegos ou de baixa visão a introdução de um segundo robot talvez venha dificultar e baralhar o aluno.”*

I1: *“Acho que poderia ser usado outros robôs, mas teria que se tomar cuidado para que os sons não brigassem entre si e que a pessoa com deficiência visual reconhecesse o som que vem do seu robô e qual é o do colega.”*

Por outro lado, houve quem considerasse que a adição de um robô poderia ser interessante para a atividade, e que poderia ser uma melhoria para o sistema.

ENE3: *“Porque não? Seria interessante para o desenvolvimento/melhoramento do sistema!”*

ENE5: *“Sim, permitiria orientação de dois objetos em simultâneo obrigando a maior capacidade de pensamento.”*

ENE8: *“Todas as vantagens. Dobramos as hipóteses de aprendizagem.”*

De seguida, também foi perguntado o tipo de tarefas que poderiam ser adicionados ao 2º robô. À semelhança do que aconteceu na pergunta anterior, as respostas dividiram-se e alguns dos participantes afirmaram não saber responder, mas por outro lado também sugeriram que o 2º robô poderia funcionar como guia para o 1º, complementando o mesmo.

ENE3: *“Poderia servir de guia do primeiro robô. Acho que se adequava a pessoas com deficiência visual! Seria interessante.”*

ENE5: *“O segundo robô poderia ser um objectivo móvel a atingir em vez de um ponto fixo, obrigando a repensar cada instrução e antecipar movimentos. Poderia ser um género de “jogar à apanhada” ”.*

ENE8: *“As mesmas. Partindo de pontos diferentes como chegariam a um determinado destino, por exemplo...”*

I1: *“O sistema precisa ser adaptado para que os sons dos dois robôs não briguem entre si, fazendo com que a pessoa cega não compreenda de qual vêm as informações. Poderia ter tarefas para que os robôs se encontrem, ou quem chega primeiro ao final da atividade.”*

5.6 Discussão

Apesar de não ter sido possível a concretização de uma avaliação presencial, este modo avaliação virtual, quer através do vídeo promocional, quer através do questionário, trouxe informações importantes para que fosse possível a discussão das funcionalidades deste sistema.

Após a leitura e análise das respostas aos questionários, é possível considerar que este projeto está no caminho certo para se tornar um sistema acessível e tangível para crianças com DV. As diversas opiniões e sugestões dos participantes irão permitir o aperfeiçoamento deste sistema, para que um dia possa vir a ser utilizado em várias escolas e famílias.

A apreciação global que os participantes fizeram ao sistema foi muito favorável, tendo as finalidades inicialmente propostas sido corroboradas. Através das respostas obtidas, verificou-se que, na ótica dos participantes, esta atividade proporciona um ambiente colaborativo que favorece a integração de crianças com DV. A par disso, também foi conse-

guido um *feedback* acerca deste sistema como ferramenta para a introdução aos conceitos de programação, que vai ao encontro dos objetivos delineados.

Quando avaliados individualmente, os componentes do sistema foram considerados adequados, na sua maioria. O tabuleiro de jogo teve o seu relevo como ponto de destaque positivo. Os obstáculos foram considerados um elemento importante, na medida em que dinamizam a atividade, ao mesmo tempo que a tornam mais exigente a nível da concentração e raciocínio. Também o relevo das peças de programação foi destacado, visto ser determinante para a acessibilidade a crianças com DV. No que diz respeito aos modos de jogo, estes também foram considerados como exequíveis e apropriados, e até como complementos um do outro. Por último, o protagonista do sistema, o robô *Dash*, foi considerado como uma escolha adequada pelos participantes. Para todos estes componentes, os participantes tiveram ainda a oportunidade de fazer críticas e dar sugestões. Algumas destas acabaram por ser incluídas total ou parcialmente nas ambições para um trabalho futuro, como melhorias concretizar, nomeadamente o melhoramento dos materiais dos obstáculos e das peças, e a introdução de mais ações para o robô.

Finalmente, na última página do questionário, foi perguntado aos participantes sobre o seu interesse em testar este sistema e aplicá-lo em ambiente de sala de aula ou familiar. Das 12 respostas obtidas, 7 participantes forneceram o seu endereço de email para um futuro contacto. Quando possível, ambiciona-se conseguir enviar este sistema para alguns dos interessados. Este teste seria, assim, o modo ideal de terminar esta etapa do projeto, com o objetivo de corroborar as observações providenciadas pelos participantes.

ENE: *“Sim, seria muito interessante podermos articular e receber este sistema na nossa escola convosco. Estou muito interessada em utilizar este sistema com os meus alunos, até porque tenho um aluno de baixa visão na turma. ”*

Capítulo 6

Conclusão e Trabalho Futuro

O nosso futuro avizinha-se cada vez mais facilitado pelas tecnologias. No entanto, todas estas facilidades podem, a longo prazo, potenciar uma dependência das mesmas. De modo a preparar esta eventualidade, é necessário um enorme investimento na formação digital, em TIC e também robótica. Uma das formas de agilizar este processo de aprendizagem, é a introdução de conceitos de programação em idades precoces, para que possam ser trabalhadas ao longo do crescimento e do desenvolvimento cognitivo.

A formação na área da informática e robótica irá não só promover uma maior facilidade em lidar com o progressivo aumento da presença das tecnologias no futuro, como também o desenvolvimento de competências em diversas outras áreas. Tanto estudos analisados para a realização deste projeto, como o próprio projeto desta tese apontam para a matemática, física, TIC, formação cívica e línguas como alguns dos campos principais.

Apesar da reconhecida relevância desta aprendizagem das tecnologias, a grande maioria das ferramentas disponíveis continua a estar acessível a um leque limitado de utilizadores. Os sistemas não acessíveis enumerados e descritos ao longo desta tese são alguns dos exemplos que bem ilustram esta situação e as suas condições limitantes.

No entanto, é também ilustrado pelos restantes exemplos de sistemas abordados - acessíveis -, que tem vindo a ser feito um crescente investimento por parte das diversas partes (investigadores, professores, educadores e familiares), para que sejam construídos cada vez mais materiais que permitam a crianças com DV se iniciem nos conceitos de programação.

O desenvolvimento deste sistema procurou atenuar esta problemática, oferecendo mais um recurso às crianças com DV, para que estas não só se familiarizem com as tecnologias e os conceitos informáticos, mas que também sejam incluídas em atividades em colaboração com crianças normovisuais, de modo a agilizar a integração social.

Dash, o *Explorador* ambicionava criar ambientes de colaboração mistos - com crianças com DV e normovisuais -, de modo facilitar o processo de integração e comunicação em idades mais jovens. Este sistema consiste numa atividade colaborativa, que se divide em duas tarefas - uma na zona de programação, e uma na zona de execução. Esta atividade

tem como protagonista um robô, o *Dash*, que tem como missão descobrir e percorrer um caminho - na zona de execução, onde está uma das crianças -, e onde podem surgir obstáculos consoante o mapa selecionado. Para controlar o robô, a outra criança está junto de um computador - na zona de programação - e, através de peças tangíveis com relevo, vai programar as instruções que o mesmo terá de seguir, consoante as informações que o seu colega fornecer. Com este projeto, procurou-se, elaborar uma ferramenta que viesse auxiliar as crianças com DV na aquisição de não só competências básicas de programação, mas também de socialização.

6.1 Avaliação

Não sendo possível testar este sistema presencialmente junto de turmas ou famílias, procuraram-se alternativas que permitissem a sua avaliação. Foi elaborado um vídeo de demonstração, *Dash, o Explorador*, e um questionário relativo ao mesmo, constituindo assim as duas ferramentas de avaliação. Estas foram divulgadas em conjunto, por email para investigadores, professores, educadores e familiares que lidassem com o crianças DV ou com áreas adjacentes.

Com esta avaliação pretendia-se recolher o máximo de opiniões possível sobre o sistema como um todo e sobre os seus componentes. Foi também possível avaliar, junto dos participantes, quais os contextos e faixas etárias considerados ao qual este sistema melhor se adequa. As respostas obtidas ao questionário foram analisadas e constituíram os resultados apresentados.

6.1.1 Contribuições

Este projeto ambicionava elaborar um sistema acessível, que funcionasse com a combinação de fatores multissensoriais e tangíveis, através de atividades colaborativas. Inicialmente, pretendia-se aplicar este sistema em contexto escolar, no entanto, ao longo do seu desenvolvimento, tornou-se também uma hipótese a utilização em contexto familiar ou social.

Perante os resultados obtidos com a avaliação preliminar, este sistema pode ser considerado como tendo a sua primeira fase de validação concluída. Esta validação tinha como propósito compreender, junto de pessoas inseridas em contextos com crianças com DV, se o conceito deste sistema é aplicável para os objectivos aos quais se propunha. As apreciações dos participantes corroboraram as intenções inicialmente delineadas.

6.1.2 Limitações

A apreciação global ao sistema foi considerada bastante positiva, na medida em que a grande maioria dos participantes nesta avaliação consideraram *Dash, o Explorador* ade-

quado para as finalidades a que se propunha, anteriormente mencionadas. Também as faixas etárias apropriadas, segundo a ótica dos participantes, foram ao encontro do que foi inicialmente idealizado (principalmente entre os 7 e os 9 anos, mas também entre os 4 e os 6). A par disso, através do inquérito elaborado, foi também possível conseguir uma apreciação individual para cada um dos componentes do sistema, que foi não só positiva, mas também construtiva, pois surgiram diversas críticas e sugestões, que permitirão um melhoramento global do protótipo.

6.2 Trabalho Futuro

Apesar do *feedback* obtido pelos participantes ter sido muito positivo, existe ainda um longo percurso com muito trabalho, para que o sistema se torne ainda mais acessível, mais prático e que futuramente possa ser requisitado. Também graças à avaliação feita, e às sugestões recolhidas, este percurso tem já várias direções por onde poderá seguir.

Alguns aspetos a melhorar recaem em melhoramentos nos materiais utilizados, nomeadamente a aquisição de uma webcam de melhor resolução, de modo a evitar problemas a nível da luminosidade, para garantir que o reconhecimento dos *TopCodes* não é afetado. Neste sentido, outra ambição é averiguar a funcionalidade deste sistema com uma webcam sem fio, que se ligue através de *Bluetooth*. Para ambas as opções é ainda necessária a utilização de um tripé, sendo que um dos objetivos é também procurar uma alternativa a este, para evitar ter mais um material obrigatório.

Em relação às peças tangíveis, idealiza-se passar de peças em cartão para peças mais apelativas, mais visuais e menos frágeis, como peças de silicone em 3D. Independentemente do material das peças, as informações nelas contidas serão mantidas, com a hipótese da introdução de inscrições em *Braille*, para aumentar a acessibilidade.

Ainda no contexto das peças tangíveis, ambiciona-se acrescentar a este sistema um tabuleiro que sirva de base e de fácil manipulação, para que a criança na zona de programação tenha uma área fixa delineada onde colocar as peças selecionadas. A longo prazo, e já após a implementação e uma avaliação mais detalhada deste sistema, procura-se conseguir que, essa mesma base, faça o reconhecimento automático das peças lá colocadas, através do contacto entre superfícies, deixando de haver a necessidade de uma *webcam* para o reconhecimento dos *TopCodes*.

No que diz respeito às ações do robô, e para aumentar os conceitos de programação introduzidos com este sistema, delinhou-se para o futuro a inclusão de novos tipos de peças, com funções como ciclos e condições. Para dinamizar ainda mais esta atividade, algumas destas ações poderão ser através de peças que correspondem a saltos ou pontes, para que o robô consiga andar duas vezes para a frente numa só jogada, de modo a ultrapassar os obstáculos. Este ponto foi também mencionado em algumas respostas dos participantes da avaliação.

Para os obstáculos da zona de execução, o objetivo futuro é melhorar o formato das miniaturas tridimensionais, como pequenas árvores, paredes, postes, bandeiras ou carros, com material que seja de fácil percepção para as crianças, nomeadamente puzzles 3D de encaixe.

Para o futuro, pretende adicionar-se uma opção à interface WEB que possibilite aos pais e educadores criarem os seus próprios mapas, definindo o trajeto do robô, os vários obstáculos e as posições inicial e final. Esta adição poderia ser efetuada através da ferramenta *Pixer Art Maker* que, depois de pintar as células, poderiam guardar o mapa no sistema para mais tarde, o robô o executar.

Apêndice A

Questionário de Avaliação

Questionário sobre um sistema acessível e tangível, num ambiente de colaboração

Em primeiro lugar, obrigado por usar parte do seu tempo a responder a este questionário.

Atualmente, estou a desenvolver a minha tese de mestrado que consiste num sistema de colaboração entre crianças com e sem deficiências visuais. É caracterizado por ser um sistema acessível e tangível, em que cada criança terá uma tarefa diferente. Um dos objetivos principais é a colaboração entre ambas, de modo a guiar um robô sobre um mapa desconhecido.

Este projeto está inserido no trabalho desenvolvido pela unidade de investigação LA-SIGE, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, orientado pelo Prof. Doutor Tiago Guerreiro e pela Doutora Ana Pires.

Caso surja alguma questão sobre este estudo, deverá entrar em contacto com o Prof. Tiago Guerreiro que fará os possíveis para o/a esclarecer ao máximo.

E-mail: tjvg@ciencias.ulisboa.pt.

Para avançar com o preenchimento deste questionário (tempo estimado: 10 minutos), será necessária a visualização de um pequeno vídeo, para que depois possa responder a questões de opiniões sobre o mesmo.

O preenchimento deste formulário é voluntário e anónimo, e os dados fornecidos serão tratados de forma confidencial. Para responder pode optar por gravar a sua voz ou então escrever na caixa abaixo.

Tendo em conta as informações fornecidas anteriormente, confirmo que tenho mais de 18 anos de idade, li o formulário de consentimento e pretendo participar neste estudo.

Descrição do Sistema – Dash, o Explorador

A atividade consiste num jogo físico, no qual o personagem principal, o Dash, tem de percorrer um caminho desconhecido. Uma das crianças programa/guia o robô, com a utilização de umas peças, com base na informação que a outra criança lhe vai fornecendo.

Através da comunicação entre os dois participantes, o mapa vai sendo descoberto para que o Dash chegue à casa final.

Existem vários níveis de jogo, que correspondem a mapas diferentes, cuja dificuldade vai aumentando. Existem também dois modos de jogo diferentes, que serão explicados mais à frente.

De seguida, pedimos que visualize o vídeo que ilustra o funcionamento deste sistema.

Caracterização Demográfica

Nesta página efectua-se uma recolha de dados para a caracterização da população do nosso estudo.

1. Papel que desempenha?

- Pai/Mãe/Representante Legal
- Familiar
- Educador de necessidades especiais
- Educador de TI/Robótica
- Investigador
- Outros

2. A(s) criança(s) com deficiências visuais encontram-se dentro de que intervalo de idades?

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- 10-12
- 13-14
- Outros

3. Trabalha ou já trabalhou com crianças com deficiências visuais?

- Sim
- Não

4. Com que faixas etárias trabalha?

- 1-3

- 4-6
- 7-9
- 10-12
- 13-14
- Outros

5. Descreva-nos sumariamente a sua experiência como Educador/Investigador.

Perguntas Gerais do Sistema

Nesta secção as questões são direccionadas para a sua visão geral do sistema.

1. Para que faixa(s) etária(s) considera que o sistema é mais adequado?
 - 1-3
 - 4-6
 - 7-9
 - 10-12
 - 13-14
 - Outros
2. Quais as principais vantagens e inconvenientes que identifica neste sistema?
3. Para o desenvolvimento de que disciplinas ou competências cognitivas considera que pode ser útil este sistema?
4. Este sistema foi idealizado para ser utilizado em ambiente de sala de aula. Considera apropriado? Com que finalidade considera que pode o sistema ser utilizado neste contexto (ex.: para melhorar as interações entre colegas com e sem visão/entre alunos e professores/etc)? E no contexto familiar?
5. O sistema foi inicialmente idealizado para dois participantes com diferentes tarefas que podem ser trocadas ao longo do jogo. Considera este método funcional? Que outras tarefas poderiam ser acrescentadas a esta atividade?
6. Considera praticável a introdução de mais participantes na atividade? Quantos?
7. Tendo em conta o propósito de introdução aos conceitos de programação, considera o modo de operar o sistema apropriado para tal? Porquê? Que mudanças faria?

Tabuleiro de Jogo

Nesta secção as questões são direccionadas para a sua visão acerca do tabuleiro de jogo e respetivos obstáculos. A figura da esquerda representa o tabuleiro de jogo que consiste numa lona de 5x3 e a figura da direita mostra como as casas de jogo são distinguíveis ao tato.

1. Após as crianças adquirirem alguma prática com este sistema, de que modo considera construtivo o aumento do número de casas no tabuleiro de jogo?
2. Os obstáculos espalhados pelo tabuleiro (árvores, poços, buracos), servem para dinamizar a atividade, tornando as tarefas mais desafiantes. Concorda? De que modo considera que os mesmos vão influenciar o decorrer da atividade?
3. Que outros obstáculos considera que podiam fazer parte do tabuleiro?
4. Quais as vantagens, limitações e outras sugestões que tem a apontar ao tabuleiro de jogo utilizado neste sistema?

Peças Tangíveis

Nesta secção as questões são direccionadas para a sua visão acerca dos blocos de jogo, que consistem em peças tangíveis.

1. Relativamente às peças do sistema, considera que os blocos com relevo são indicados para a realização desta atividade? Que outro tipo de objetos poderiam substituir as peças de jogo?
2. Que peças considera que poderiam ser acrescentadas ao sistema (ex.: repetições, condições)?
3. Quais as vantagens, limitações e outras sugestões que tem a apontar em relação às peças de jogo utilizadas por este sistema?

Modos de Jogo

Nesta secção as questões são direccionadas para a sua opinião acerca dos dois modos de jogo, promovendo a aprendizagem computacional. Num deles, o robô faz o percurso continuamente, ou seja, as instruções são dadas casa a casa, tal como ilustrado no vídeo, introduzindo os vários conceitos. No outro modo de jogo, o robô recomeça o percurso desde a casa inicial a cada nova jogada, introduzindo sequências.

1. Tendo em conta o propósito deste sistema, qual o modo de jogo que considera mais didático? E o modo de jogo mais atrativo? Por favor, justifique as suas respostas, preferencialmente através da comparação entre os dois modos.

Dash, o robô

Nesta secção as questões são direccionadas para a sua visão acerca do robô utilizado neste sistema, o Dash. Tanto o laço como as sobancelhas são referências táteis para indicar a direcção que o robô deve andar.

1. Já tinha conhecimento deste robô? E de outros robôs? Se sim, quais?
2. Considera o robô adequado a este sistema? Quais as principais características que tornam este robô o mais atrativo e apropriado para este sistema?
3. Considera de fácil interpretação as informações fornecidas pelo robô aos participantes? Alguma das mesmas não foi clara? Que informações adicionais deveriam ser dadas pelo robô?
4. Que tarefas adicionais considera que o robô deveria executar (sons, movimentos, entre outros)?
5. Considera praticável a introdução de um segundo robô neste sistema? Que vantagens e desvantagens identifica com esta hipótese (caso identifique alguma(s))?
6. Caso fosse adicionado o segundo robô, como deveria ser adaptado o sistema? Que tarefas desempenharia o robô?

Interessados em Utilizar este Sistema

Estaria interessado em utilizar este sistema, com os seus alunos, filhos ou familiares, em ambiente de sala de aula ou familiar? Se estiver interessado, por favor coloque o seu email (Não será divulgado).

Bibliografia

- [1] Accessibility, Usability, and Inclusion. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-usability-inclusion/>. Accessed: 2020-12-19.
- [2] ArduBlockly. <https://github.com/carlosperate/ardublockly>. Accessed: 2020-12-10.
- [3] Bee Bot. <https://www.electrofun.pt/robotica/bee-bot>. Accessed: 2020-12-10.
- [4] Blockly. <https://developers.google.com/blockly>. Accessed: 2020-12-10.
- [5] Dash. <https://www.makewonder.com/robots/dash/>. Accessed: 2020-12-19.
- [6] Dash, o Explorador. <https://youtu.be/hdoPCq8b88g>. Accessed: 2020-12-19.
- [7] Escolas de Referência para a Educação de Alunos Cegos e com Baixa Visão. <https://www.dge.mec.pt/escolas-de-referencia-para-educacao-de-alunos-cegos-e-com-baixa-visao>. Accessed: 2020-12-19.
- [8] JotForm. <https://www.jotform.com/>. Accessed: 2020-12-19.
- [9] Lego Robot. <https://www.lego.com/en-gb/categories/robots-for-kids>. Accessed: 2020-12-19.
- [10] Literacia Digital. https://erte.dge.mec.pt/sites/default/files/probotica_-_linhas_orientadoras_2017_-_versao_final_com_capa_0.pdf. Accessed: 2020-12-15.
- [11] Matatalab. <https://matatalab.com/en>. Accessed: 2020-12-13.
- [12] MindRobot. <https://www.clementoni.com/pt/67528-mind-designer/>. Accessed: 2020-12-19.

- [13] OzoBlockly. <https://ozobot.com/create/ozoblockly>. Accessed: 2020-12-10.
- [14] Probótica. https://erte.dge.mec.pt/sites/default/files/probotica_-_linhas_orientadoras_2017_-_versao_final_com_capa_0.pdf. Accessed: 2020-12-19.
- [15] Projeto Minerva. https://pt.wikipedia.org/wiki/Projecto_Minerva. Accessed: 2020-12-19.
- [16] Questionario. <https://eu.jotform.com/form/203365556520049>. Accessed: 2020-12-31.
- [17] Reactable. <http://reactable.com/>. Accessed: 2020-12-10.
- [18] Reactvision. <http://reactivision.sourceforge.net/>. Accessed: 2020-12-10.
- [19] Super Doc. <https://www.clementoni.com/pt/67660-super-doc/>. Accessed: 2020-12-10.
- [20] TIDAL-Lab topcodes. <https://github.com/TIDAL-Lab/TopCodes>. Accessed: 2020-12-10.
- [21] Diana Bairaktarova, Demetra Evangelou, Aikaterini Bagiati, and Sean Brophy. Early engineering in young children’s exploratory play with tangible materials. *Children Youth and Environments*, 21(2):212–235, 2011.
- [22] Emeline Brule, Gilles Bailly, Anke Brock, Frédéric Valentin, Grégoire Denis, and Christophe Jouffrais. Mapsense: multi-sensory interactive maps for children living with visual impairments. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 445–457, 2016.
- [23] Kunal Chawla, Megan Chiou, Alfredo Sandes, and Paulo Blikstein. Dr. wagon: a ‘stretchable’ toolkit for tangible computer programming. In *Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children*, pages 561–564, 2013.
- [24] Quentin Chibaudel, Wafa Johal, Bernard Oriola, Marc JM Macé, Pierre Dillenbourg, Valérie Tartas, and Christophe Jouffrais. ”if you’ve gone straight, now, you must turn left-exploring the use of a tangible interface in a collaborative treasure hunt for people with visual impairments. In *The 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 1–10, 2020.

- [25] Jaewon Cho, Junwoo Yoo, Ju-young Shin, Jun-dong Cho, and Andrea Bianchi. Quantifying children's engagement with educational tangible blocks. In *Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pages 389–395, 2017.
- [26] Seong-Hwan Cho. The effect of robots in education based on steam. *The Journal of Korea Robotics Society*, 8(1):58–65, 2013.
- [27] Juliana Damasio, Márcia de Borba Campos, Alexandre Amory, and Rafael Heitor Bordini. Godonnie: A robot programming language for teaching people who are visually impaired. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1181, 2019.
- [28] Elise Deitrick, Joseph Sanford, and R Benjamin Shapiro. Blockytalky: A low-cost, extensible, open source, programmable, networked toolkit for tangible creation. In *Proceedings of Conference on Interaction Design for Children, Aarhus, Denmark*, 2014.
- [29] Leandro Flórez-Aristizábal, Sandra Cano, César A. Collazos, Andrés F. Solano, and Stephen Brewster. Designability: Framework for the design of accessible interactive tools to support teaching to children with disabilities. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, page 1–16, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [30] Danielle Herro and Cassie Quigley. Innovating with steam in middle school classrooms: Remixing education. *On the Horizon*, 2016.
- [31] Michael S Horn and Robert JK Jacob. Tangible programming in the classroom with tern. In *CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1965–1970, 2007.
- [32] Felix Hu, Ariel Zekelman, Michael Horn, and Frances Judd. Strawbies: explorations in tangible programming. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, pages 410–413, 2015.
- [33] Pekárová Janka. Using a programmable toy at preschool age: Why and how. In *Teaching with robotics: didactic approaches and experiences. Workshop of International Conference on Simulation, Modeling and Programming Autonomous Robots*, pages 112–121, 2008.
- [34] Varsha Koushik, Darren Guinness, and Shaun K Kane. Storyblocks: A tangible programming game to create accessible audio stories. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–12, 2019.

- [35] Varsha Koushik and Clayton Lewis. An accessible blocks language: work in progress. In *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 317–318, 2016.
- [36] Timothy S McNERney. *Tangible programming bricks: An approach to making programming accessible to everyone*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1999.
- [37] Timothy S McNERney. From turtles to tangible programming bricks: explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5):326–337, 2004.
- [38] Lauren R Milne and Richard E Ladner. Blocks4all: overcoming accessibility barriers to blocks programming for children with visual impairments. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–10, 2018.
- [39] Cecily Morrison, Nicolas Villar, Anja Thieme, Zahra Ashktorab, Eloise Taysom, Oscar Salandin, Daniel Cletheroe, Greg Saul, Alan F Blackwell, Darren Edge, et al. Torino: A tangible programming language inclusive of children with visual disabilities. *Human–Computer Interaction*, 35(3):191–239, 2020.
- [40] Aboubakar Mountapmbeme and Stephanie Ludi. Investigating challenges faced by learners with visual impairments using block-based programming/hybrid environments. In *The 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 1–4, 2020.
- [41] Ayberk Özgür, Séverin Lemaignan, Wafa Johal, Maria Beltran, Manon Briod, Léa Pereyre, Francesco Mondada, and Pierre Dillenbourg. Cellulo: Versatile handheld robots for education. In *2017 12th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 119–127. IEEE, 2017.
- [42] Paul Pagliano. *Multisensory environments*. Routledge, 2017.
- [43] M.Chiera Passolunghi and Linda S. Siegel. Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4):348 – 367, 2004.
- [44] Ana Cristina Pires, Sebastian Marichal, Fernando Gonzalez-Perilli, Ewelina Bakala, Bruno Fleischer, Gustavo Sansone, and Tiago Guerreiro. A tangible math game for visually impaired children. In *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 670–672, 2019.

- [45] Ana Cristina Pires, Filipa Rocha, Antonio José de Barros Neto, Hugo Simão, Hugo Nicolau, and Tiago Guerreiro. Exploring accessible programming with educators and visually impaired children. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*, pages 148–160, 2020.
- [46] Alan L Ported. Technology assessment. *Impact assessment*, 13(2):135–151, 1995.
- [47] Marc Prensky. The role of technology. *Educational Technology*, 48(6), 2008.
- [48] R Raja and PC Nagasubramani. Impact of modern technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1):33–35, 2018.
- [49] Mitchel Resnick, John Maloney, Andrés Monroy-Hernández, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, and Yasmin Kafai. Scratch: Programming for all. *Commun. ACM*, 52(11):60–67, November 2009.
- [50] Hideyuki Suzuki and Hiroshi Kato. Algloblock: a tangible programming language, a tool for collaborative learning. In *Proceedings of 4th European Logo Conference*, pages 297–303, 1993.
- [51] Danli Wang, Yunfeng Qi, Yang Zhang, and Tingting Wang. Tanpro-kit: a tangible programming tool for children. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, pages 344–347, 2013.
- [52] Jeannette M Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.
- [53] Peta Wyeth and Helen C Purchase. Tangible programming elements for young children. In *CHI'02 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 774–775, 2002.

